



TUGAS AKHIR - MO141326

Analisis Stabilitas *Crane Barge* saat Operasi *Heavy Lifting*

Maria La Pasaribu Gorat NRP. 4313 100 113

Dosen Pembimbing:

Prof. Ir. Eko Budi Djatmiko, M.Sc., Ph.D Ir. Mas Murtedjo, M. Eng.

Jurusan Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

2017



FINAL PROJECT - MO141326

Stability Analysis of Heavy Lifting Operation for Crane Barge

Maria La Pasaribu Gorat NRP. 4313 100 113

Supervisors:

Prof. Ir. Eko Budi Djatmiko, M.Sc., Ph.D

Ir. Mas Murtedjo, M. Eng.

Department of Ocean Engineering

Faculty of Marine Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

2017

LEMBAR PENGESAHAN

Analisis Stabilitas Crane Barge saat Operasi Heavy Lifting

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan Institut
Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Maria La Pasaribu Gorat

NRP. 4313 100 113

Disetujui oleh:

1. Prof. Ir. Eko Budi Djatmiko, M.Sc. Ph.D. (Pembimbing 1)
.....
2. Ir. Mas Murtedjo, M.Eng. (Pembimbing 2)
.....
3. Dr. Eng. Rudi Walujo Prastianto, S.T., M.T. (Penguji 1)
.....
4. Ir. J.J. Soedjono, M.Sc. (Penguji 2)
.....
5. Herman Pratikno, S.T., M.T., Ph.D. (Penguji 3)
.....
6. Wimala L. Dhanista, S.T., M.T. (Penguji 4)
.....

Surabaya,

Januari 2017

Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk
Almarhumah Bapak. “Akhirnya saya lulus, Pak!”

ABSTRAK

Analisis Stabilitas Crane Barge saat Operasi Heavy Lifting

Nama : Maria La Pasaribu Gorat
NRP : 4313100113
Jurusan : Teknik Kelautan
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Eko Budi Djatmiko, M. Sc., Ph. D.
Ir. Mas Murtedjo, M. Eng.

Abstrak :

Crane barge adalah sebuah barge atau kapal tongkang yang lengkap dengan fasilitas akomodasi yang juga dilengkapi dengan sebuah *crane* untuk melaksanakan pekerjaan di lapangan. *Crane barge* juga dikembangkan agar dapat mengangkat struktur yang lebih besar. Pekerjaan yang biasa dilakukan oleh *crane barge* adalah mengangkat beban berat pada saat pemindahan dari darat ke laut. Proses pemindahan komponen-komponen dari *crane barge* ke anjungan lepas pantai biasa disebut proses *Heavy Lifting*. Beban yang diangkat oleh *crane* akan memberikan pengaruh pada stabilitas *barge* tersebut. Perubahan pada titik pusat gravitasi (*center of gravity*) pada saat proses pengangkatan yang akan merubah stabilitas *barge*.

Stabilitas tidak hanya dapat berubah karena adanya operasi pengangkatan di *barge*. Sistem ballas juga akan mempengaruhi titik pusat gravitasi dan stabilitas juga. Pada kenyataannya stabilitas *barge* harus mampu mengapung atau stabil pada kondisi laut riil. Jika *barge* sudah mampu stabil pada kondisi riil, *barge* pun layak melakukan kegiatan operasi didalamnya. Dalam analisa tugas akhir ini penulis akan menganalisa stabilitas sebuah *barge*. analisa yang dilakukan dibantu dengan sebuah perangkat lunak Maxsurf. Hasil yang didapatkan oleh penulis adalah nilai kestabilan dari *crane barge* yang baik dan sesuai dengan regulasi IMO. Dengan kondisi paling kritis pada kondisi *Full Load* karena nilai kriteria stabilitas pada kondisi ini banyak yang mendekati kriteria dari IMO dan kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Port* sudah tidak memiliki lengan GZ pada sudut 72.3 deg.

Kata Kunci : Stabilitas, *Crane Barge*, *Heavy Lifting*, IMO.

ABSTRACT

Stability Analysis of Heavy Lifting Operation for Crane Barge

Name : Maria La Pasaribu Gorat
NRP : 4313100113
Major : Ocean Engineering
Supervisors : Prof. Ir. Eko Budi Djatmiko, M. Sc., Ph. D.
Ir. Mas Murtedjo, M. Eng.

Abstract :

Crane barge is a barge or a vessel with accommodation facilities that have a crane for work in the field. Crane barge developing for purposes that lifting a huge structure or a huge load. Crane barge used for heavy load lifted when the moving process from yard to field. Process moving the huge structure or the load with crane called heavy lifting. The structure on appointed by crane will give impact on stability of barge. Center of gravity (COG) will be change during the process removal.

Stability not only change because process of heavy lifting. Ballasting system will give a contribution to change the COG and stability too. Without the structure or without lifting operation proceed, in fact barge must be able to floats or stable at the condition of the sea real. If barge are able to stable on condition real, barge will decent conduct operation in it. In this final project, the writer will be analyzed a crane barge stability. The analyses do assister with software, Maxsurf. The results obtained by writer are stability of crane barge accordance with the IMO regulation during heavy lifting operation in any condition. With a critical condition is in the Full Load with lifting load on portside condition because this condition has a value from criteria of stability that close to the IMO regulation and Half Load with lifting load on portside condition which doesn't have righting arm at 72.3 degrees.

Key Word : Stability, Crane Barge, Heavy Lifting, IMO.

KATA PENGANTAR

Puji Tuhan penulis diberikan kesempatan oleh Tuhan Yesus Kristus untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan lancar. Dengan kekuatan dan pengharapan didalam Yesus Kristus, penulis dapat melewati segala cobaan saat mengerjakan tugas akhir.

Tugas akhir dengan judul “Analisis Stabilitas *Crane Barge* saat Operasi *Heavy Lifting*” ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Tugas akhir ini membahas tentang analisis stabilitas pada suatu *crane barge* yang sedang melakukan operasi *heavy lifting*.

Namun, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki hal-hal yang belum sempurna dan luput dari perhatian penulis. Baik itu penulisan maupun teknik penyajian yang penulis buat. Oleh karena itu, penulis sangat mmengharapkan kritik dan saran dari pembaca sekalian demi karya tulis penulis kedepannya atau tugas akhir dari penulis yang lainnya.

Akhirnya, penulis berharap agar tugas akhir ini dapat memberikan manfaat yang berarti untuk para pembaca.

Surabaya,

Januari 2017

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Coral' with a stylized flourish underneath.

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Tugas akhir ini dapat disusun tidak lepas dari bantuan banyak pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya untuk semua yang membantu penulis selama proses pembuatan tugas akhir ini dari awal hingga akhir baik secara moril maupun materil, yaitu:

1. David B. A. Pasaribu Gorat, almarhum Bapak saya yang memotivasi saya untuk kuliah dan menjadi pribadi yang lebih baik lagi semasa hidupnya dengan cara mengajarnya yang ciri khas,
2. Tarida S. V. Marpaung, Mama saya yang selalu bisa membuat tersenyum disaat susah dan semakin tersenyum disaat senang, yang selalu mengingatkan saya untuk berserah dan berdoa kepada Tuhan,
3. Ronald Amba Toho dan Rap Leanon Pasaribu Gorat, Abang dan Kakak saya yang menjadi tempat berbagi cerita dan membantu menyikapi permasalahan yang saya hadapi,
4. Prof. Ir. Eko Budi Djatmiko M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing satu saya dalam tugas akhir. Terima kasih atas waktu, bimbingan, ilmu, kesempatan serta dukungan kepada saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini,
5. Ir. Mas Murtedjo M.Eng. selaku dosen pembimbing dua saya dalam tugas akhir. Terima kasih atas waktu, bimbingan, ilmu, kesempatan serta dukungan dengan sangat sabar kepada saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini,
6. Bapak Ir. Handayanu, M.Sc., Ph.D selaku dosen wali saya selama kuliah di Jurusan Teknik Kelautan FTK-ITS ini. Terima kasih atas bimbingan, dukungan dan arahan bapak sehingga saya bisa menjadi mahasiswa yang lebih baik,
7. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Kelautan FTK-ITS yang telah memberikan ilmu, bantuan dan fasilitas kepada saya selama menjalani perkuliahan,
8. Ibu Istika Dewi beserta direksi dan karyawan PT. Global Maritime Indonesia yang telah memberikan data-data yang dibutuhkan penulis untuk menyusun tugas akhir ini. Terima kasih juga atas motivasi yang sudah rekan-rekan berikan,
9. Senior-senior yang telah memberikan ilmu dan informasinya yang

dibutuhkan penulis dalam pengerjaan tugas akhir,

10. Rekan-rekan Laboratorium Komputasi dan Pemodelan Numerik yang selalu mengingatkan penulis tentang deadline sidang dan senantiasa menyemangati penulis dengan kelakuan kalian,
11. Sahabat Nyinyir! yang selalu ada bahan obrolan untuk menghibur saat suntuk dan selalu menyemangati saya saat menjelang sidang,
12. Keluarga besar Valtameri L-31 Teknik Kelautan 2013 yang selalu mendukung penulis hingga tugas akhir ini selesai,
13. Generasi Semalam yang selalu membuat gopoh saya saat sebelum sidang, dan
14. Pihak-pihak lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

DAFTAR SIMBOL

b	=	Lengan kemiringan akibat pengangkatan beban (m)
B	=	Breadth (m)
BM	=	Tinggi metasenterterhadap titik buoyancy B (m)
C_B	=	Coefficient Block
C_M	=	Midship Coefficient
C_{WL}	=	Coefficient of Water Line (C _{WL})
φ	=	Coefficient Prismatic / C _p
Δ	=	Displacement (ton)
d	=	Jarak transversal antara beban dengan longitudinal plane (m)
DDT	=	Displacement Due to one centimeter of trim (Nm/cm)
DWT	=	Deadweight (ton)
g	=	Setengah keliling (half grith) (m)
GM	=	Tinggi metasenterterhadap titik berat G (m)
I_T	=	Momen inersia melintang (m ⁴)
I_Y	=	Momen inersia bidang air I _Y (m ⁴)
KB	=	Tinggi titik apung (m)
LBM	=	Longitudinal Center of Buoyancy (m)
LCB	=	Longitudinal Centre of Buoyancy (m)
LCF	=	Center of Flotation (m)
LKM	=	Longitudinal of keel to metacenter (m)
Lpp	=	Length Per Pendicular (m)
LWL	=	Length Water Line (m)
LWT	=	Lightweight (ton)
MSA	=	Midship of Section Area (m ²)
MTC	=	Moment to change Trim one Centimetre (Nm/cm)
M_R	=	Momen pengembali (ton.m)
M_H	=	Momen kemiringan (ton.m)
M_{vx}	=	Momen statis volume terhadap bidang dasar (m ⁴)
M_{vy}	=	Momen statis volume terhadap bidang tengah panjang (m ⁴)
M_{wy}	=	Momen statis bidang air terhadap bidang tengah panjang (m ⁴)
ρ	=	Berat jenis air laut (1.025 ton/m ³)

P	=	Gaya angin (ton)
θ	=	Sudut kemiringan kapal (deg)
t	=	Tebal pelat pada tiap WL
T	=	Sarat air (m)
TBM	=	Transverse Centre of Buoyancy to Metacenter (m)
TKM	=	Transverse of Keel to Metacenter (m)
TPC	=	Tones per centimetre immersion (ton/cm)
W	=	Berat beban yang diangkat (ton)
y	=	Setengah lebar bidang air (m ²)
y₁	=	Jarak vertikal dari pusat buoyancy ke pusat luas bagian yang terkena angin (m)
y₂	=	Lengan kemiringan akibat angin (m)
WL	=	Setengah dari jarak antar water line yang ditinjau
WSA	=	Wetted Surface Area (m ²)
WPA	=	Water Plan Area (m ²)
∇	=	Volume displacement (m ³)
Z	=	Berat ballast yang digunakan untuk berat pengembali (ton)
z	=	Jarak transversal antara titik berat Z dengan longitudinal plane (m)

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
DAFTAR SIMBOL	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	15
1.2 Perumusan Masalah.....	17
1.3 Tujuan.....	17
1.4 Manfaat.....	17
1.5 Batasan Masalah	17
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka	19
2.2 Dasar Teori	20
2.2.1.1 Water Plan Area (WPA)	21
2.2.1.2 Coefficient of Water Line (CWL)	22
2.2.1.3 Tones Per Centimetre Immersion (TPC)	22
2.2.1.4 Midship of Section Area (MSA)	23
2.2.1.5 Midship Coefficient (CM).....	23
2.2.1.6 Keel to Centre of Buoyancy (KB)	24
2.2.1.7 Transverse Center of Buoyancy to Metacenter (TBM)	24
2.2.1.8 Transverse of Keel to Metacenter (TKM)	24
2.2.1.9 Longitudinal Centre of Buoyancy (LCB) atau (ΦB).....	25
2.2.1.10 Longitudinal Centre of Floatation (LCF) atau (ΦF).....	25
2.2.1.11 Longitudinal Center of Buoyancy to Metacenter (LBM)	26
2.2.1.12 Longitudinal of Keel to Metacenter (LKM)	26
2.2.1.13 Block Coefficient (CB).....	27

2.2.1.14	Prismatic Coefficient (CP)	27
2.2.1.15	Wetted Surface Area (WSA)	28
2.2.2	Stabilitas Kapal	30
2.2.3	Pengaruh Beban Tergantung pada Kapal	34
BAB III METODE PENELITIAN		25
3.1	Metode Penelitian	39
3.2	Penjelasan Diagram Alir	40
3.3	Pengumpulan Data	41
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Pemodelan <i>Crane Barge</i>	45
4.2	Hidrostatik	47
4.3	Analisis Stabilitas	49
BAB V PENUTUP		42
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA		45
LAMPIRAN		
LAMPIRAN I DATA <i>CRANE BARGE</i>		
LAMPIRAN II DATA <i>CRANE SPECIFICATION</i>		
LAMPIRAN III DATA <i>TOPSIDE LIFTING PLAN</i>		
LAMPIRAN IV <i>MASS DISTRIBUTION</i>		
LAMPIRAN V GRAFIK DAN TABEL STABILITAS		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 <i>Crane barge Hilong 106</i>	2
Gambar 2.1 Water Plan Area	7
Gambar 2.2 Coefficient Of Water Line	8
Gambar 2.3 Tones Per Centimetre Immersion	9
Gambar 2.4 Coefficient Of Midship	9
Gambar 2.5 Keel to Center of Bouyancy	10
Gambar 2.6 TBM & TKM	11
Gambar 2.7 Longitudinal Centre Of Bouyancy	11
Gambar 2.8 Longitudinal Centre Of Flotation	12
Gambar 2.9 Longitudinal Centre Of Flotation	13
Gambar 2.10 Block Coefficient	13
Gambar 2.11 Prismatic Coefficient	14
Gambar 2.12 Wetted Surface Area	14
Gambar 2.13 Moment to change Trim one Centimetre	16
Gambar 2.14 Displacement Due to one centimetre of Trim	16
Gambar 2.15 Vektor gaya tekan ke atas dan gaya berat	17
Gambar 2.16 Trim Kapal	18
Gambar 2.17 Ilustrasi pergerakan titik gravitasi yang dipengaruhi beban tergantung pada kapal	20
Gambar 2.18 Hubungan sudut oleng dengan lengan stabilitas akibat beban angin	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	24
Gambar 4.1 Permodelan <i>Barge</i> dengan pembebanan <i>crane</i> arah <i>stern</i> pada <i>Software</i>	30
Gambar 4.2 Permodelan <i>Barge</i> dengan pembebanan <i>crane</i> arah <i>port</i> pada <i>Software</i>	30
Gambar 4.3 Permodelan Tangki Tampak Atas (a) dan Tampak Samping (b) ...	31
Gambar 4.4 Kurva GZ Kondisi <i>Light Load</i>	33
Gambar 4.5 Kurva GZ Kondisi <i>Half Load</i> dengan Beban Angkut pada Posisi <i>Stern</i>	34
Gambar 4.6 Kurva GZ Kondisi <i>Full Load</i> dengan Beban Angkut pada Posisi	

<i>Stern</i>	35
Gambar 4.6 Kurva GZ Kondisi <i>Full Load</i> dengan Beban Angkut pada Posisi	
<i>Stern</i> (lanjutan)	36
Gambar 4.7 Kurva GZ Kondisi <i>Half Load</i> dengan Beban Angkut pada Posisi <i>Port</i>	
.....	37
Gambar 4.8 Kurva GZ Kondisi <i>Full Load</i> dengan Beban Angkut pada Posisi <i>Port</i>	
.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 <i>Principal Dimension</i>	27
Tabel 3.2 Data <i>Crane</i>	28
Tabel 4.1 Tabel Hidrostatik	32
Tabel 4.2 Validasi Kondisi <i>Design Model</i>	32
Tabel 4.3 Hasil Analisis Stabilitas untuk Setiap Kondisi	39
Tabel 4.3 Panjang GZ pada sudut 90^0 untuk keempat kondisi	41

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan dunia minyak dan gas bumi sekarang ini membuat perkembangan eksplorasi dan eksploitasi mengarah ke perairan dalam. Struktur anjungan yang berbeda pun dibutuhkan karena kondisi lingkungan yang juga berbeda. Dengan kondisi lingkungan perairan yang berbeda, konfigurasi dari struktur anjungan serta fungsional dari struktur tersebut juga disesuaikan.

Era dimana kemajuan teknologi pada berbagai macam cabang ilmu dan bidang keahlian, khususnya yang mencakup dunia kemaritiman, membuat sebuah kapal tidak lagi hanya berfungsi untuk mentransportasikan orang dan barang dagangan. Salah satu fungsi lain kapal pada saat ini adalah sebagai unit fasilitas pengeboran dan anjungan penyimpanan minyak lepas pantai, dan fasilitas eksplorasi sumber minyak baru. Bahkan kapal sekarang digunakan untuk mentransportasikan alat-alat yang berukuran besar dan sangat berat. Dengan berkembangnya struktur anjungan lepas pantai (*offshore platform*), saat ini kapal mampu mengangkut dan mentransportasikan komponen *platform* seperti *jacket*, *topside*, dan *crane* dalam sekali angkut.

Pada abad pertengahan di Eropa, *crane barge* sudah mulai digunakan. Pada tahun 1920, kapal perang USS Kearsarge dikonversi menjadi sebuah *crane barge* dengan kapasitas 250 ton. Kemudian namanya diubah menjadi Crane Ship No. 1 yang digunakan untuk menempatkan senjata dan barang-barang berat lainnya. Pada tahun 1949, J. Ray McDermott memiliki kapal derek yang dilengkapi dengan *crawler crane* berkapasitas 150 ton. Dengan munculnya *crane barge*, arah industri konstruksi lepas pantai pun berubah.

Crane barge adalah sebuah barge atau kapal tongkang yang lengkap dengan fasilitas akomodasi yang juga dilengkapi dengan sebuah *crane* untuk melaksanakan pekerjaan di lapangan. *Crane barge* juga dikembangkan agar dapat mengangkat struktur yang lebih besar. Pekerjaan yang biasa dilakukan oleh *crane barge* adalah mengangkat beban berat pada saat pemindahan dari darat ke laut, laut ke darat, kapal ke laut, laut ke kapal, atau kapal ke kapal. Proses pemindahan komponen-komponen dari *accommodation barge* ke anjungan lepas pantai atau

dari yard ke *accomodation barge* biasa disebut proses *Heavy Lifting*.



Gambar 1.1 *Crane barge Hilong 106*

Dengan adanya pengangkutan atau muatan yang dilakukan oleh *crane barge* akan dapat mempengaruhi kestabilan dari kapal tersebut. Operasi *Heavy Lifting* di atas *barge* akan menambahkan beban di luar *barge* tersebut yang bisa mengakibatkan perpindahan letak titik berat (*center of gravity*). Perpindahan ini bisa menyebabkan *capsizing* apabila tidak disertai analisis yang menyeluruh tentang stabilitas dan *ballasting*. Sehingga dibutuhkan analisis stabilitas pada *crane barge* untuk mendapatkan desain terbaik untuk gerakan dan kemampuan pelaksanaan operasi.

Tugas akhir ini mengambil studi kasus dari sebuah *crane barge* yang sedang melakukan kegiatan operasi *heavy lifting* dengan mengangkut sebuah topside platform dengan berat sekitar 1226 ton pada arah *stern* dan *port* dengan beberapa skenario pengangkutan. Yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah menganalisis stabilitas dari *barge* tersebut pada setiap kasus dan juga pada kondisi kritisnya. Hal ini dilakukan supaya kita dapat mengetahui stabilitas kapal sesuai dengan keadaan sebenarnya di lapangan saat melakukan operasi *heavy lifting*. Terdapat beberapa kondisi (*loadcase*) yang akan ditinjau, antara lain:

- Kondisi *Light Load* : kondisi dimana *barge* dalam kondisi *lightship* (dengan *pedestal crane* dan 10% *tank capacity*)
- Kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern* : kondisi dimana *barge* dalam kondisi *full load* (*full storage* dan 50% *tank capacity*) dengan *crane* yang mengangkut beban seberat 1226 ton, posisi *pedestal crane* di *centerline* dan *boom* arah *stern side*.
- Kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern* : kondisi

dimana keberangkatan barge dalam kondisi *full load (full storage and full tank capacity)* dengan *crane* yang mengangkat beban seberat 1226 ton, posisi *pedestal crane* di *centerline* dan *boom* arah *stern side*.

- Kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Port* : kondisi dimana barge dalam kondisi *full load (full storage dan 50% tank capacity)* dengan *crane* yang mengangkat beban seberat 1226 ton, posisi *pedestal crane* di *centerline* dan *boom* arah *port side*.
- Kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Port* : kondisi dimana keberangkatan barge dalam kondisi *full load (full storage and full tank capacity)* dengan *crane* yang mengangkat beban seberat 1226 ton, posisi *pedestal crane* di *centerline* dan *boom* arah *port side*.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang di bahas pada penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana stabilitas *crane barge* yang sesuai dengan peraturan *International Maritime Organization (IMO)*?
2. Pada kondisi apa *crane barge* mengalami stabilitas paling kritis?

1.3 Tujuan

1. Mendapatkan stabilitas *barge* saat operasi *heavy lifting* yang sesuai dengan peraturan IMO.
2. Menganalisa kondisi paling kritis pada *crane barge* dari keseluruhan kasus.

1.4 Manfaat

Hasil penelitian dalam tugas akhir ini diharapkan dapat dijadikan acuan untuk berbagai operasi pengangkutan yang menggunakan kombinasi barge dengan *pedestal crane* yang dilakukan di perairan lepas baik dalam setiap kasus maupun pada saat kritisnya.

1.5 Batasan Masalah

1. Ukuran utama *Barge* dan compartment ditentukan dengan mengacu pada *General Arrangement* sebuah kapal yang didapatkan datanya dari PT. Global

Maritime, khususnya pada konfigurasi *deck*, displasemen, panjang dan lebar *barge*.

2. Jenis Crane yang digunakan pada operasi lifting adalah *Pedestal Crane* : *ZPMC 3000T*.
3. Analisa *crane barge* yang dilakukan tanpa menggunakan sistem mooring (*freefloating*).
4. Gerakan ayunan pada beban saat operasi pengangkatan dilakukan dianggap tidak ada.
5. Beban yang diangkat oleh *pedestal crane* adalah sebuah topside CPP-2 (Centre Production Platform -2).
6. Operasi pengangkutan *crane barge* dilakukan di Madura, Indonesia.
7. Dalam permodelan, semua peralatan, perlengkapan, *winch* dan lain lain tidak dimodelkan.
8. Hull dan deck pada kapal sudah sesuai dengan perhitungan API RP 2SK 2005.
9. Tidak memperhitungkan titik *downflooding* dan *limiting KG*.
10. Regulation yang digunakan dalam perhitungan stabilitas adalah ASME B30.8-2004 "Floating Cranes and Floating Derricks", IMO A.749 "Intact Stability For All Types of Ships", DNV-OS-H205 "Lifting Operations (VMO Standard-Part 2-5)".

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Perkembangan dunia minyak dan gas bumi (migas) tidak hanya dalam struktur anjungan lepas pantainya saja. Tuntutan dari tingginya kebutuhan masyarakat akan migas proses dan peralatan yang menunjang dalam produksi migas pun berkembang dengan cepat. Namun tidak sedikit kecelakaan kapal yang dapat terjadi di laut, baik di laut lepas maupun ketika di pelabuhan. Menurut buku stabilitas dari *Shipowner*, dalam kebanyakan kasus, kurangnya kestabilan kapal biasanya tidak tampak sampai adanya faktor luar yang terjadi pada kapal seperti kondisi laut yang buruk, perubahan yang besar atau dorongan dari kapal tunda. Hal tersebut bias saja terjadi karena *human error* atau kelalaian dari para awak kapal yang tidak memperhatikan perhitungan stabilitas kapalnya sehingga mengganggu kesetimbangan kapal tersebut secara umum. Apabila kapal tidak memiliki stabilitas yang baik maka dampak langsung yang akan diterima adalah rusaknya muatan yang terdapat pada kapal tersebut.

Work barge seperti ini akan digunakan untuk kegiatan industri minyak, pembentukan laut, dan perusahaan lain yang yang mempekerjakan *manhours* ke lepas pantai untuk waktu yang lama tidak kembali ke darat (Nitonye, 2013). Kestabilan sebuah kapal dipengaruhi dengan beberapa parameter (antara lain titik KG, KB, BM, GM, dan KM, besar trim, titik berat kapal setelah kegiatan bongkar atau muat, *free surface effect*, dan lain-lain). Saat sebuah kapal yang parameternya sudah memenuhi ketentuan atau *regulation* maka kapal tersebut layak untuk berlaut. Kestabilan sebuah kapal juga berpengaruh dengan adanya muatan pada kapal tersebut. Muatan yang berat (*heavy*) sangat mempengaruhi titik berat kapal tersebut.

Sudah ada beberapa penelitian yang dilakukan terhadap stabilitas kapal baik secara statis maupun dinamis. Menurut Aldin dan Budhi (2006), pembahasan diawali dari pengaruh rasio dimensi utama, yang kemudian dilanjutkan dengan pembahasan tentang parameter hidrostatik dan diakhiri dengan pembahasan utama mengenai stabilitas statis kapal. Operasi-operasi kelautan yang banyak

mendukung dan membuat kegiatan produksi migas semakin efisien dan efektif antara lain adalah operasi *heavy lifting* atau operasi pengangkatan suatu komponen dengan bantuan *crane*. Sehingga dibutuhkan perhitungan dan analisa terhadap stabilitas kapal atau *crane barge* yang mengangkutnya. Design barge pada dasarnya hampir sama dengan kapal lainnya, namun dengan sedikit atau penyederhanaan pada beberapa parameter yang dipilih akan mengurangi biaya untuk service yang akan digunakan (Nitonye, 2013).

Menurut H.J.J. van den Boom (1988), operasi lifting dapat meningkatkan berat, volume, dan operasi yang kompleks secara cepat yang tidak hanya dapat menggunakan dasar pengalaman saja. Evaluasi kelayakan dan kemampuan kerja saat operasi tersebut membutuhkan analisa perilaku dinamis yang disebabkan oleh gelombang, arus, dan angin dalam kombinasi operasi pengangkatan dan prosedur ballasting secara terperinci. Analisis stabilitas kapal saat damage juga sudah pernah diperhitungkan oleh Saudara Khoiron pada tahun 2012 lalu. Karena setiap kapal selama masa operasinya dapat mengalami kerusakan pada lambung kapal sehingga kapal mengalami *flooding*, yaitu masuknya air laut ke dalam kompartemen kapal karena adanya lubang pada lambung kapal di bawah garis air.

Beberapa peneliti terdahulu sudah melakukan beberapa analisa seperti penghematan biaya saat operasi lifting, kelayakan, kemampuan kerja dan resiko dari *crane*. Hasil penelitian tersebut akan menjadi pertimbangan studi stabilitas di Indonesia. Sehingga perlu adanya studi mengenai stabilitas *crane barge* saat melakukan operasi lifting di lepas pantai yang tetap memenuhi kriteria stabilitas *IMO*.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Hidrostatik

Hidrostatik merupakan data yang menunjukkan karakteristik dan sifat badan kapal yang tercelup air atau di bawah garis air (water line) pada saat Even Keel. Dari data hidrostatik tersebut, kita dapat meninjau karakteristik kapal pada tiap - tiap kondisi atau ketinggian garis air (water line). Hidrostatik biasanya dibuat dalam bentuk kurva yang terdiri dari dua sumbu utama yang saling tegak lurus.

Sumbu mendatar adalah besaran daripada karakteristik kapal yang di skala sedangkan garis vertikal menunjukkan sarat tiap water line yang dipakai sebagai titik awal pengukuran kurva hidrostatik. Kurva hidrostatik digambar sampai sarat penuh dan tidak berlaku untuk kondisi kapal trim.

2.2.1.1 Water Plan Area (WPA)

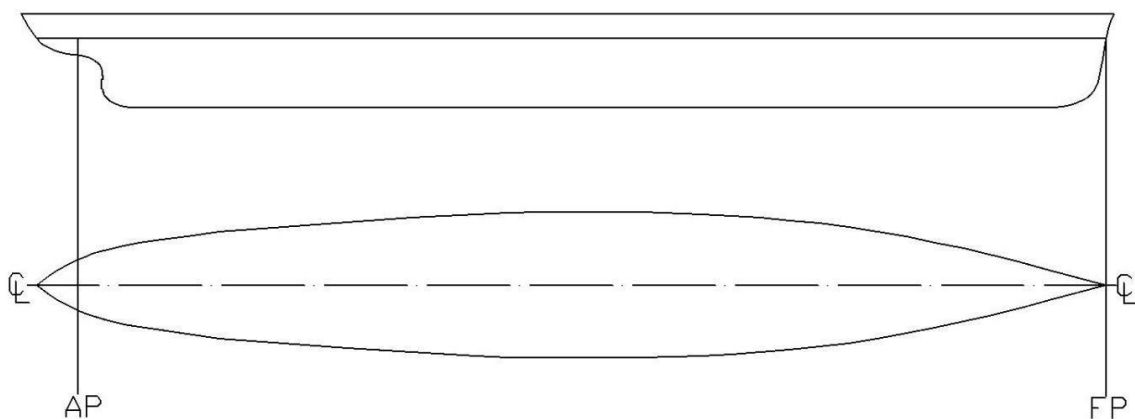
WPA adalah luas bidang garis air dari tiap-tiap water line. Kemungkinan-kemungkinan bentuk WPA ditinjau dari bentuk alas kapal antara lain:

- Untuk kapal dengan *rise of floor*, pada 0 mWL luas garis air adalah nol karena luasan *water line* hanya berupa garis lurus (*base-line*), sehingga lengkung WPA dimulai dari titik (0,0).
- Untuk kapal tanpa *rise of floor*, pada 0 mWL ada luasan yang terbentuk pada garis dasar sehingga luas garis air tidak sama dengan nol.
- Kapal alas miring pada 0 m WL, luas garis air mempunyai besaran dan titik awal lengkung garis air dimulai dari titik terdalam dari kapal.

WPA (*water plan area*) didapatkan dengan persamaan (1) di bawah.

$$WPA = 2 \int_0^{LWL} y \, dx \quad (1)$$

keterangan : LWL= Length Water Line (m)
 y = Setengah lebar bidang air (m²)
 dx = jarak antar pias ordinat lebar bidang air (m)



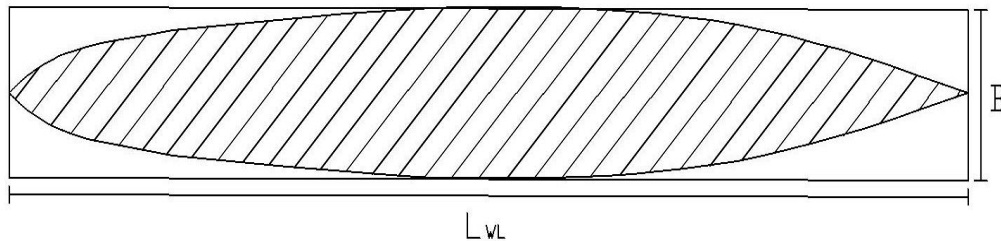
Gambar 2.1 Water Plan Area (sumber: Laporan TR2, 2015)

2.2.1.2 Coefficient of Water Line (C_{WL})

C_{WL} adalah nilai perbandingan antara luas bidang garis air tiap *water line* dengan sebuah segi empat dengan panjang L dan lebar B dimana L adalah panjang maksimum dari tiap *water line* dan B adalah lebar maksimum dari tiap *water line*. Perhitungan C_{WL} didapatkan dari persamaan (2).

$$C_{WL} = \frac{WPA}{(L_{WL} \times B)} \dots\dots\dots (2)$$

keterangan : C_{WL} = Coefficient of Water Line (C_{WL})
 WPA = Water Plan Area (m^2)
 B = Breadth (m)



Gambar 2.2 Coefficient Of Water Line (sumber: Laporan TR2, 2015)

2.2.1.3 Tones Per Centimetre Immersion (TPC)

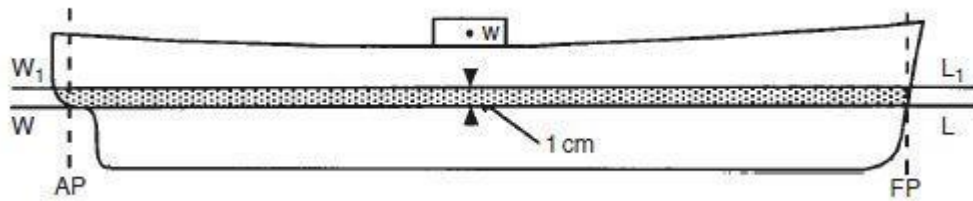
TPC adalah jumlah ton (w) yang diperlukan untuk mengadakan perubahan sarat kapal sebesar 1 cm. Bila kita menganggap tidak ada perubahan luas garis air pada perubahan sarat sebesar 1 cm, atau pada perubahan 1 cm tersebut dinding kapal dianggap *vertikal*. Jadi jika kapal ditenggelamkan sebesar 1 cm, maka perubahan volume adalah hasil kali luas garis air dengan tebal pelat pada garis air tersebut. Dengan demikian, penambahan volume dan berat dapat dihitung dengan persamaan (3) dan persamaan (4).

- Penambahan volume = $t \times WPA$ (m^3) (3)

- Penambahan berat = $t \times WPA \times \rho$ (ton) (4)

Keterangan : TPC = Tones per centimetre immersion (ton/cm) t = Tebal pelat pada tiap WL

P = Berat jenis air laut ($1.025 \text{ ton}/m^3$)



Gambar 2.3 Tones Per Centimetre Immersion (sumber: Laporan TR2, 2015)

2.2.1.4 Midship of Section Area (MSA)

MSA adalah luas *moulded* kapal pada *section midship* untuk tiap-tiap sarat kapal. Harga MSA untuk tiap sarat dapat diketahui dari persamaan (5) di bawah ini.

$$MSA = 2 \int_0^{WL} y dz \dots\dots\dots (5)$$

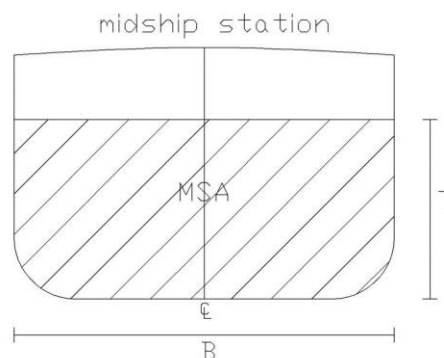
Keterangan : WL = Setengah dari jarak antar water line yang ditinjau
 MSA = Midship of Section Area (m²)
 dz = turunan terhadap perbedaan muka air

2.2.1.5 Midship Coefficient (CM)

C_M adalah perbandingan luas penampang *midship* kapal dengan luas suatu penampang dengan lebar B dan tinggi T untuk tiap *water line*.

$$C_M = \frac{MSA}{(B \times T)} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan : C_M = Midship Coefficient
 T = Sarat air (m)



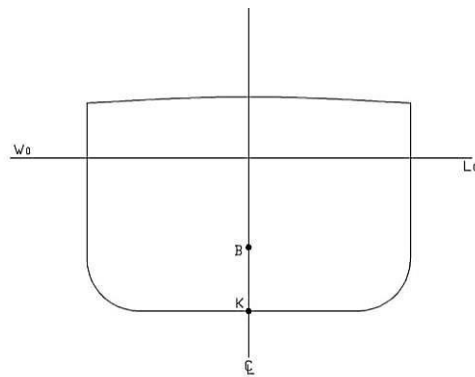
Gambar 2.4 Coefficient Of Midship (sumber: Laporan TR2, 2015)

2.2.1.6 Keel to Centre of Buoyancy (KB)

KB adalah jarak titik tekan (titik Buoyancy) ke lunas kapal dalam meter. Perhitungan KB didapatkan dari persamaan (7) di bawah.

$$KB = \frac{M_{\nabla X}}{\nabla} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan : $M_{\nabla X}$ = Momen statis volume terhadap bidang dasar (m^4)
 ∇ = Volume displacement (m^3)
 KB = Tinggi titik apung (m)



Gambar 2.5 Keel to Center of Buoyancy (sumber: Laporan TR2, 2015)

2.2.1.7 Transverse Center of Buoyancy to Metacenter (TBM)

TBM adalah jarak titik tekan (titik Buoyancy) / (titik pusat gaya tekan ke atas) secara melintang hingga titik metacenter. Satuannya dalam meter (m). Perhitungan TBM dapat ditulis pada persamaan (8).

$$TBM = \frac{I_T}{\Delta} \dots\dots\dots (8)$$

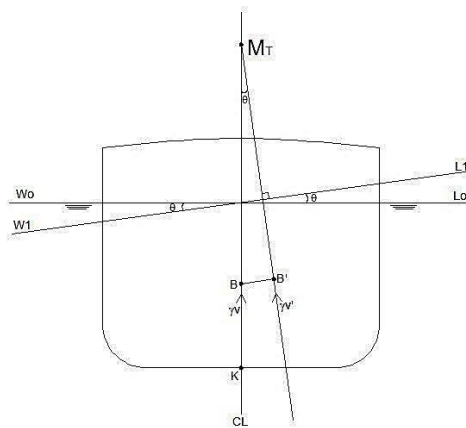
Keterangan: Δ = Displacement
 I_T = Momen inersia melintang (m^4)
 TBM = Transverse Centre of Buoyancy to Metacenter (m)

2.2.1.8 Transverse of Keel to Metacenter (TKM)

TKM adalah letak titik *metacenter* melintang diukur dari lunas kapal untuk tiap-tiap *water line*-nya. Satuannya dalam meter (m).

$$TKM = KB + TBM \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan : TKM = Transverse of Keel to Metacenter (m)



Gambar 2.6 TBM & TKM (sumber: Laporan TR2, 2015)

2.2.1.9 Longitudinal Centre of Buoyancy (LCB) atau (ΦB)

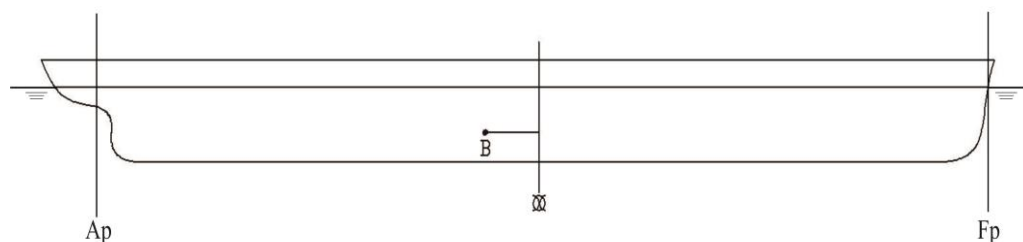
LCB atau ΦB adalah jarak titik tekan (titik buoyancy) terhadap station midship kapal untuk setiap sarat kapal. Satuannya dalam meter. Tanda negatif (-) dan positif (+) menunjukkan letaknya ada di depan midship (+) dan di belakang midship (-). Dengan persamaan :

$$LCB = \frac{M_{\nabla Y}}{\nabla} \dots\dots\dots (10)$$

Titik B merupakan titik tangkap gaya tekan keatas (γV) atau juga didefinisikan sebagai titik berat / titik pusat volume bagian kapal yang berada di bawah garis air. Dimana :

$M_{\nabla Y}$ = Momen statis volume terhadap bidang tengah panjang (m^4)

LCB = Longitudinal Centre of Buoyancy (m)



Gambar 2.7 Longitudinal Centre Of Buoyancy (sumber: Laporan TR2, 2015)

2.2.1.10 Longitudinal Centre of Floatation (LCF) atau (ΦF)

Lcf atau ΦF adalah jarak titik berat garis air terhadap penampang tengah kapal untuk setiap sarat kapal. Satuannya dalam meter. Seperti juga LCB tanda (-) dan (+) menunjukkan bahwa titik LCF terletak di depan dan di belakang *midship*.

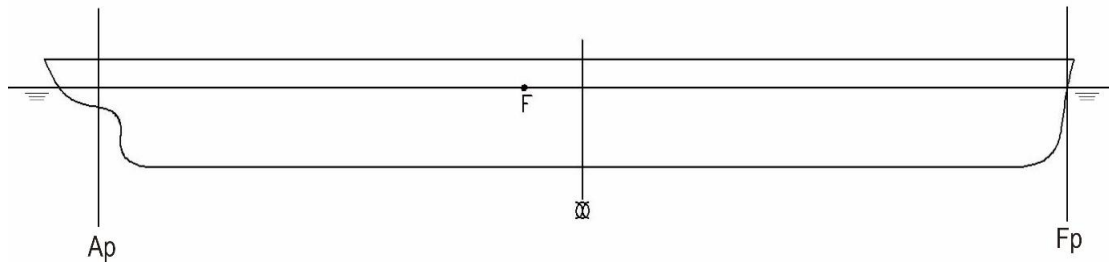
Persamaan (11) di bawah ini digunakan untuk menghitung nilai LCF.

$$LCF = \frac{M_{WY}}{WPA} \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan:

LCF = Center of Flotation (m)

M_{WY} = Momen statis bidang air terhadap bidang tengah panjang (m^4)



Gambar 2.8 Longitudinal Centre Of Flotation (sumber: Laporan TR2, 2015)

2.2.1.11 Longitudinal Center of Buoyancy to Metacenter (LBM)

LBM adalah jarak titik tekan Buoyancy secara memanjang terhadap titik *metacenter*. Satuannya dalam meter (m). LBM dapat dihitung dalam persamaan (12).

$$LBM = \frac{I_Y}{\nabla} \dots\dots\dots (12)$$

Keterangan : LBM = Longitudinal Center of Buoyancy (m)

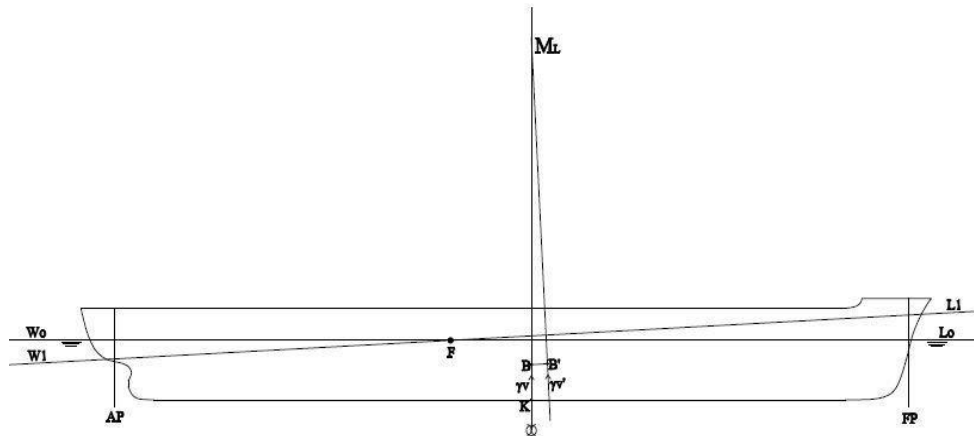
I_Y = Momen inersia bidang air I_Y (m^4)

2.2.1.12 Longitudinal of Keel to Metacenter (LKM)

LKM adalah letak *metacenter* memanjang terhadap lunas kapal untuk tiap sarat kapal dalam meter. LKM merupakan penjumlahan LBM dan KB.

$$LKM = KB + LBM \dots\dots\dots (13)$$

Keterangan : LKM = Longitudinal of keel to metacenter (m)



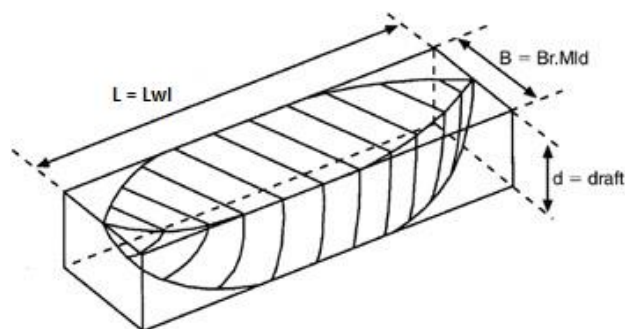
Gambar 2.9 Longitudinal Centre Of Flotation (sumber: Laporan TR2, 2015)

2.2.1.13 Block Coefficient (C_B)

C_B adalah perbandingan *volume carena* (volume badan kapal di bawah garis air) dengan balok yang dibatasi oleh panjang L , lebar B dan tinggi T , yang berlaku untuk tiap - tiap water line. Dengan demikian C_B dapat dihitung dengan persamaan (14) di bawah.

$$C_B = \frac{\nabla}{(Lwl \times B \times T)} \dots\dots\dots (14)$$

Keterangan : C_B = Coefficient Block



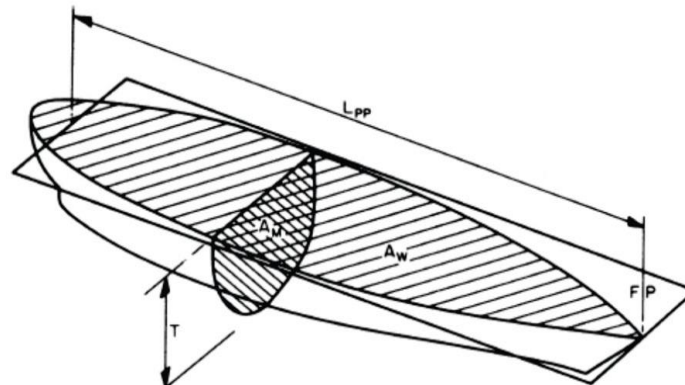
Gambar 2.10 Block Coefficient (sumber: Laporan TR2, 2015)

2.2.1.14 Prismatic Coefficient (C_P)

C_P adalah perbandingan *volume careen* (Volume badan kapal di bawah garis air) dengan volume prisma dengan luas penampang midship kapal dan panjang L . Persamaan (15) digunakan untuk perhitungan lebih lanjut C_P .

$$\varphi = \frac{\nabla}{(MSA \times T)} = \frac{C_B}{C_M} \dots\dots\dots (15)$$

Keterangan : φ = Coefficient Prismatic / C_p



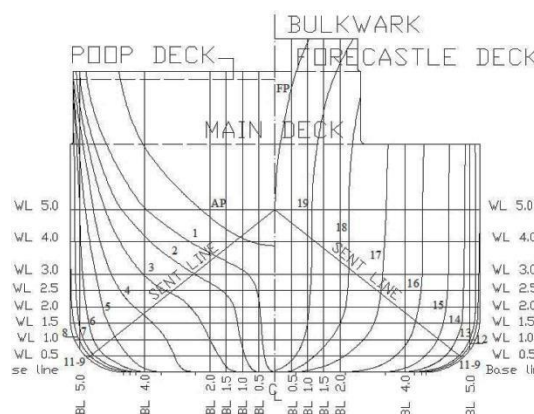
Gambar 2.11 Prismatic Coefficient (sumber: Laporan TR2, 2015)

2.2.1.15 Wetted Surface Area (WSA)

WSA adalah luas permukaan badan kapal (Luas permukaan kulit kapal) yang tercelup dalam air pada setiap water line-nya. WSA didapat dari jumlah perkalian half girth dengan faktor luas pada setiap station dan setiap water line-nya. Secara matematis WSA dapat dihitung dengan persamaan (16).

$$WSA = 2 \int_0^{LWL} g \, dx \dots\dots\dots (16)$$

Keterangan: WSA = Wetted Surface Area (m^2)
 g = Setengah keliling (*half grith*) (m)



Gambar 2.12 Wetted Surface Area (sumber: Laporan TR2, 2015)

2.2.1.16 Volume Displacement Moulded (∇)

Displacement Moulded adalah berat volume air laut yang dipindahkan karena

adanya *volume carena* (Volume badan kapal di bawah garis air) tanpa kulit. Nilai ini didapat dari perkalian *volume carene* dengan berat jenis air laut yaitu 1.025 ton/m³.

$$\nabla = \int_0^{WL} WPA \, dz \quad \dots\dots\dots (17)$$

Keterangan: ∇ = Volume displacement moulded (m³)

2.2.1.17 Displacement (Δ)

Displacement adalah berat air laut yang dipindahkan karena adanya volume badan kapal yang tercelup ke dalam air (karene) termasuk juga akibat tambahan berat pelat kulit. Jadi displacement di sini adalah penjumlahan dari *displacement moulded* dengan *shell displacement*.

$$\Delta = LWT + DWT \quad \dots\dots\dots (18)$$

$$= LWL \times B \times T \times C_b \times \gamma_{\text{air laut}} \quad \dots\dots\dots (19)$$

$$= \nabla \times \gamma_{\text{air laut}} \quad \dots\dots\dots (20)$$

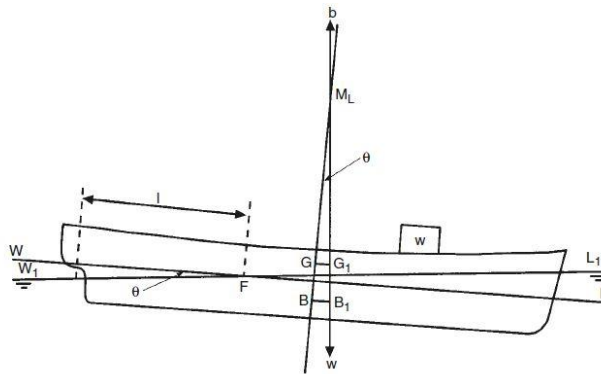
Keterangan : Δ = Displacement (ton)
 LWT = *lightweight* (ton)
 DWT = *deadweight* (ton)
 LWL = *length of water line* (m)

2.2.1.18 Moment to change Trim one Centimetre (MTC)

MTC adalah momen yang diperlukan untuk mengadakan trim sebesar 1 cm. Satuannya dalam ton-meter. Secara matematis persamaan untuk menghitung nilai MTC adalah

$$MTC = \frac{(LBM \times \Delta)}{(100 \times Lpp)} \quad \dots\dots\dots (21)$$

Keterangan : MTC = Moment to change Trim one Centimetre (Nm/cm)
 Lpp = Length Per Pendicular (m)



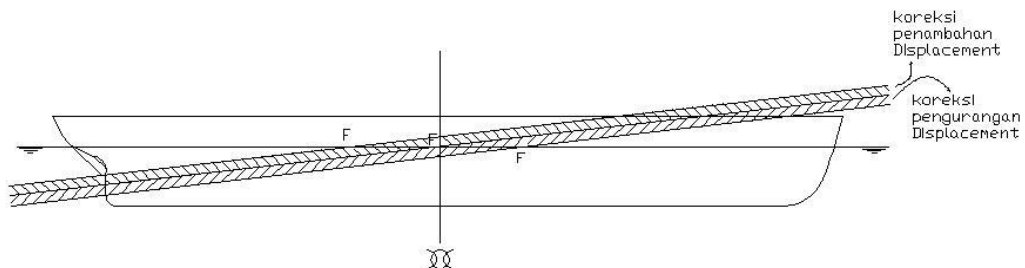
Gambar 2.13 Moment to change Trim one Centimetre (sumber: Laporan TR2, 2015)

2.2.1.19 Displacement Due to one centimetre of Trim (DDT)

DDT adalah besarnya perubahan *displacement* kapal yang diakibatkan oleh perubahan trim kapal sebesar 1 cm. Persamaan DDT adalah sebagai berikut:

$$DDT = \frac{(\Phi F \times TPC)}{L_{pp}} \dots\dots\dots (22)$$

Keterangan: DDT = Displacement Due to one centimeter of trim (Nm/cm)



Gambar 2.14 Displacement Due to one centimetre of Trim (sumber: Laporan TR2, 2015)

2.2.2 Stabilitas Kapal

Benda apung berada dalam kondisi keseimbangan yang stabil jika tidak memiliki kecepatan. Hukum kedua Newton mengatakan bahwa hal ini terjadi jika jumlah seluruh gaya yang bekerja pada benda dan jumlah seluruh momen pada gaya itu sama dengan nol. Sebuah benda dikatakan dalam keadaan stabil jika benda tersebut kembali ke posisi awalnya ketika terkena gangguan dari luar seperti gaya atau momen. Dalam buku Teori Bangunan Kapal 2, stabilitas terbagi

menjadi dua untuk kapal tongkang, yaitu stabilitas memanjang dan stabilitas melintang. Stabilitas memanjang terjadi jika stabilitas tersebut berada di sekitar sumbu memanjang (biasanya akan terjadi trim). Sedangkan stabilitas melintang terjadi jika stabilitas tersebut berada di sekitar sumbu melintang (biasanya akan terjadi oleng).

Terdapat tiga buah titik yang sangat berpengaruh dalam perhitungan stabilitas suatu kapal, yaitu:

2.2.1 Titik G (*Gravity*)

Titik G adalah titik berat dari kapal dan ini dipengaruhi oleh konstruksi kapalnya.

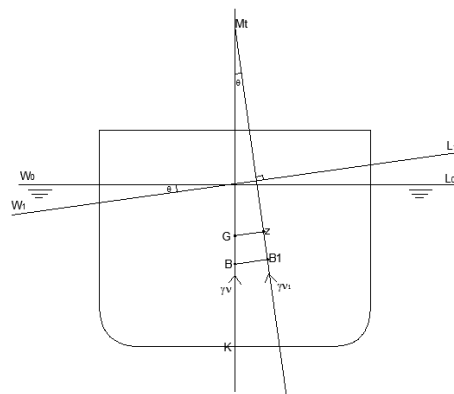
2.2.2 Titik B (*Buoyancy*)

Titik B adalah titik tekan ke atas dari volume air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang ada dalam air. Titik B ini dipengaruhi oleh bentuk kapal di bawah permukaan air.

2.2.3 Titik M (*Metacenter*)

Titik M adalah titik perpotongan vektor gaya tekan ke atas pada keadaan tetap dengan vector gaya tekan ke atas pada sudut yang kecil.

Dalam stabilitas dikenal istilah *undamaged stability*. *Undamaged stability* juga disebut sebagai *intact stability*. Analisis pada aspek ini untuk meyakinkan bahwa kapal telah stabil dan tidak berbalik ketika terkena beban lingkungan seperti angin dan gelombang. Prinsip yang digunakan dalam kondisi ini lebih sederhana. Keseimbangan dari benda apung dikatakan stabil jika *metacentre* terletak di atas titik gravitasi.



Gambar 2.15 Vektor gaya tekan ke atas dan gaya berat

Beberapa aspek harus dimasukkan dalam analisis stabilitas, tapi *ballasting*

adalah salah satu alat yang paling penting untuk mencapai stabilitas yang dibutuhkan. Tanki *ballast* biasanya berada pada bagian bawah tongkang, dan dengan cara demikian, bekerja sebagai beban yang berada di bawah pusat gravitasi. Ketika menggunakan *ballasting*, sangat penting untuk dilakukan pengecekan bahwa *freeboard* terpelihara.

Analisis stabilitas dapat dilakukan dengan memperhitungkan momen pengembali (*righting moment*) dan momen kemiringan (*heeling moment*) akibat angin dan operasi pengangkatan beban di atas *crane barge*. Perhitungan momen pengembali untuk sudut kemiringan yang kecil menggunakan persamaan (23) di bawah ini,

$$M_R = \Delta GM \sin \theta \dots\dots\dots (23)$$

dengan,

- M_R = momen pengembali (ton.m)
- GM = tinggi metasenter terhadap titik berat G (m)
- θ = sudut kemiringan kapal (deg)

Sedangkan untuk sudut kemiringan yang besar, momen pengembali dihitung dengan persamaan (24):

$$M_R = \Delta \left[\left(GM + \frac{1}{2} BM \tan^2 \theta \right) \sin \theta \right] \dots\dots\dots (24)$$

dengan, BM = tinggi metasenter terhadap titik buoyancy B (m)

Untuk perhitungan momen kemiringan yang diakibatkan oleh angin dapat dihitung dengan persamaan (25).

$$M_H = P y_1 \dots\dots\dots (25)$$

dengan,

M_H = momen kemiringan (ton.m)

P = gaya angin (ton)

y_1 = jarak vertikal dari pusat *buoyancy* ke pusat luas bagian yang terkena angin (m)

Kemudian untuk menghitung lengan kemiringan akibat angin (*the wind heeling arm*) digunakan persamaan (26) di bawah.

$$y_2 = \frac{(Py_1 \cos^2 \theta)}{\Delta} \dots\dots\dots (26)$$

dengan, y_2 = lengan kemiringan akibat angin (m)

Selanjutnya untuk perhitungan lengan kemiringan akibat operasi pengangkatan beban dapat menggunakan persamaan (27).

$$b = \frac{Wd - Zz}{\Delta} \dots\dots\dots (27)$$

dengan,

b = lengan kemiringan akibat pengangkatan beban (m)

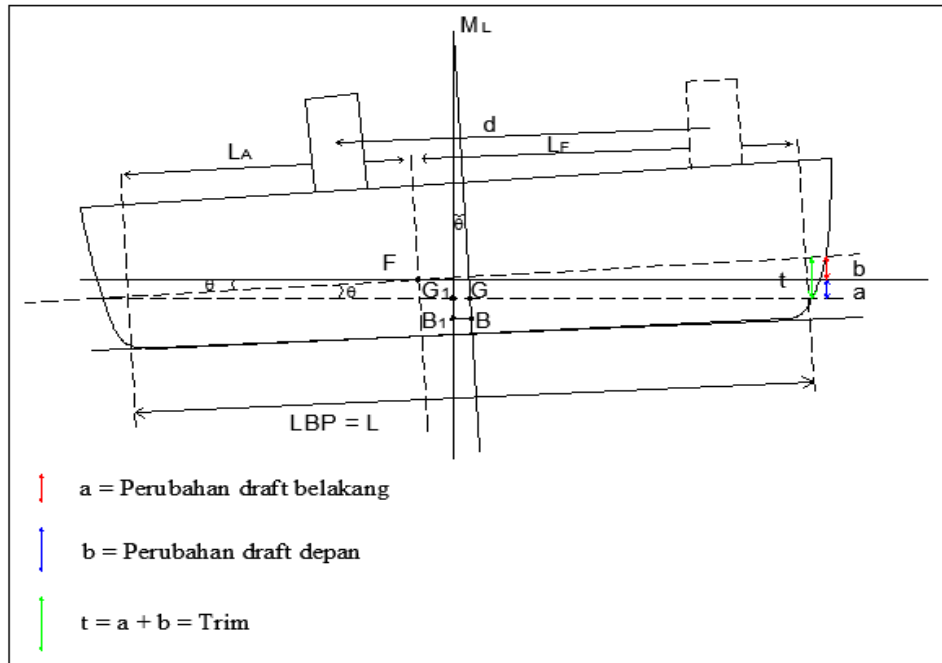
W = berat beban yang diangkat (ton)

d = jarak transversal antara beban dengan *longitudinal plane* (m)

Z = berat *ballast* yang digunakan untuk berat pengembali (ton)

z = jarak transversal antara titik berat Z dengan *longitudinal plane* (m)

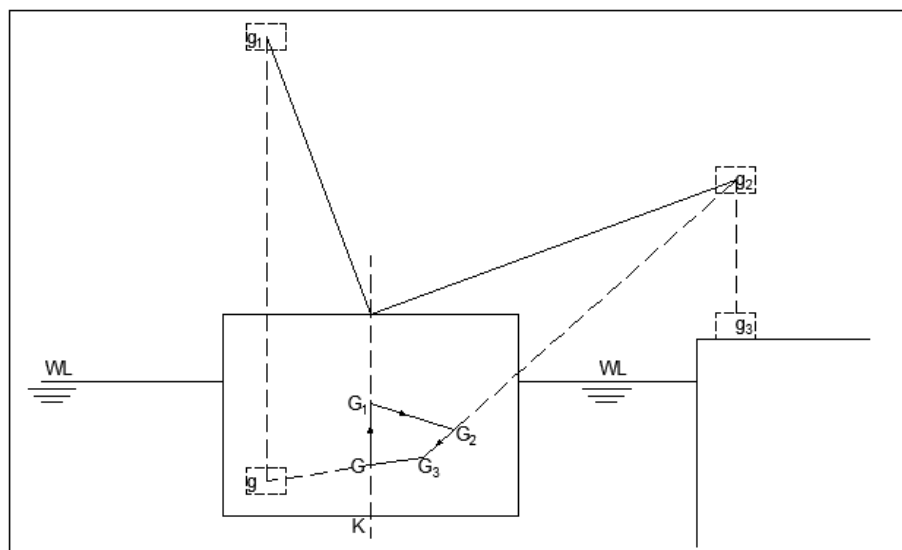
Trim adalah perbedaan antara draft depan pada haluan dan draft belakang pada buritan. Trim merupakan sudut kemiringan kapal secara membujur. Trim adalah perbedaan sarat depan dan belakang. Bila muatan lebih berat di bagian depan disebut trim depan (*trim by the head*), kemudian bila lebih berat di belakang disebut trim belakang (*tim by the stern*). Apabila muatan terkonsentrasi di bagian tengah-tengah kapal disebut Sagging tetapi bila terkonsentrasi di bagian ujung-ujung disebut Hogging. Kapal yang dalam kondisi sagging atau hogging dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan pada sambungan kapal khususnya pada bagian dek maupun pada plat lambung. Trim adalah perbedaan sarat depan dan belakang disebut nonggak atau nungging. Trim yang ideal adalah sedikit ke belakang jangan sampai pandangan anjungan tertutrup. Trim nol diperlukan pada waktu kapal naik dok, masuk sungai, melayari kanal dan sebagainya.



Gambar 2.16 Trim Kapal

2.2.3 Pengaruh Beban Tergantung pada Kapal

Beban yang terantung pada saat operasi lifting memberikan pengaruh pada stabilitas kapal, momen yang diakibatkan oleh berat muatan dan panjang kabel dari crane tersebut mengakibatkan pengurangan pada momen pengembali (*Righting Moment*) pada kapal.



Gambar 2.17 Ilustrasi pergerakan titik gravitasi yang dipengaruhi beban tergantung pada kapal

Dari gambar diatas momen oleng yang diterima kapal sebesar:

$$\Delta M = pl\theta \dots\dots\dots (28)$$

Sehingga momen penegak (Righting Moment) berkurang menjadi:

$$M_r = D.MG\theta - pl\theta \dots\dots\dots (29)$$

Dimana: p = Berat muatan
 θ = Sudut oleng kapal
 l = Panjang kabel Crane

2.2.4 Free Surface Effect

Free surface effect adalah pengaruh permukaan bebas cairan di dalam tanki ketika tanki tidak terisi penuh. Ketika tanki terisi penuh dengan cairan, cairan tersebut tidak akan berpindah didalam tanki saat kapal mengalami *heeling* atau kemiringan. Namun bila kapal miring, maka permukaan cairan di dalam tanki akan berkumpul di sisi kemiringan kapal. Hal tersebut akan berpengaruh pada titik berat kapal (G) keluar dari bidang center line, yang berakibat adanya kenaikan semu titik G dan memperkecil nilai GM yang berdampak terhadap momen stabilitas statis.

$$\text{Momen stabilitas statis} = W \times GZ \dots\dots\dots (30)$$

$$\text{Momen stabilitas statis} = W \times GM \times \sin \theta \dots\dots\dots (31)$$

2.2.5 IMO A.749 “Intact Stability for All Types of Ships”

Dalam IMO A.749 “Intact Stability for All Types of Ships” terdapat berbagai tipe kapal dan bangunan laut dengan ukuran 24 meter atau lebih. Perbedaan tipe kapal tersebut berdasarkan fungsi dan konfigurasi dari masing-masing kapal. Stabilitas suatu kapal akan berpengaruh sesuai dengan tipe kapal masing-masing. Tipe kapal yang terdapat pada IMO A.749 “Intact Stability for All Types of Ships” antara lain:

- Kapal kargo
- Kapal kargo dengan kargo timber
- Kapal kargo dengan kargo grain/butiran
- Kapal penumpang
- Kapal ikan
- Kapal special
- Offshore supply vessel
- Mobile offshore drilling units
- Ponton
- Dynamically supported craft

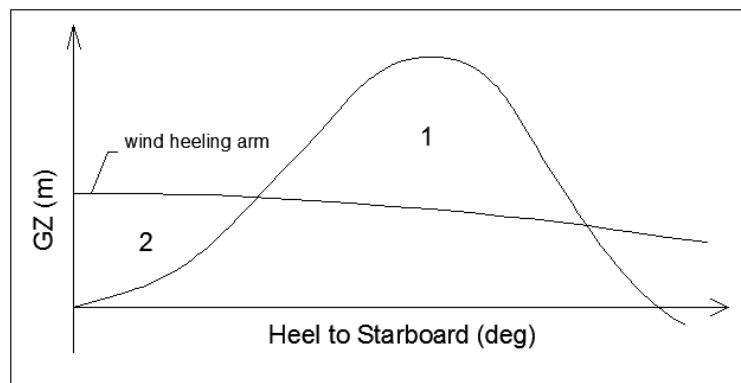
- Kapal container

Pada tugas akhir ini, tipe kapal yang akan digunakan adalah *offshore supply vessel*. Parameter Stabilitas yang digunakan untuk keadaan *Heavy Lifting* sesuai dengan *IMO A.749 "Intact Stability for All Types of Ships"* adalah sebagai berikut :

- Luasan di bawah kurva GZ sampai dengan sudut oleng $\theta = 30^\circ > 0.055 \text{ m.rad}$
- Luasan di bawah kurva GZ sampai dengan sudut oleng $\theta = 40^\circ > 0.09 \text{ m.rad}$
- Luasan di bawah kurva GZ antara sudut $30^\circ < \theta < 40^\circ$ harus lebih dari 0.03 m.rad
- Lengan GZ minimal pada sudut oleng $\theta = 30^\circ$ harus lebih dari 0.2 m
- Maksimum harga kurva GZ harus terjadi pada sudut lebih dari 30° tetapi tidak kurang dari 25° . Tetapi untuk kapal jenis *offshore supply vessel* diperbolehkan kurang dari 30° dan harus lebih dari 15°
- Tinggi metrasentra awal (GM) tidak boleh kurang dari 0.15 m

Selain parameter diatas, *IMO* juga menyaratkan perhitungan stabilitas akibat beban angin. Angin akan mengakibatkan terjadinya *steady heel* pada kapal sehingga stabilitasnya perlu untuk ditinjau kembali. Sehingga kriteria yang diberikan oleh *IMO* adalah

- Sudut *steady heel* akibat beban angin $< 16^\circ$
- Perbandingan area 1 dibanding area 2 $> 100\%$. Dimana area 1 merupakan luasan di bawah kurva GZ hingga *wind heeling arm* dan area 2 merupakan luasan diatas kurva GZ hingga *wind heeling arm*.



Gambar 2.18 Hubungan sudut oleng dengan lengan stabilitas akibat beban angin

2.2.6 Software Maxsurf Modeler

Software Maxsurf Modeler merupakan sebuah program yang digunakan oleh Marine Engineer untuk membuat model (*Lines Plan*). Pembuatan *lines plan* ini

merupakan kunci utama dalam perancangan design sebelum model dilakukan analisis hidrodinamika, kekuatan struktur, dan pendetailan lebih lanjut. Seringkali pembuatan model dan analisis akan selalu berubah karena ketidaksesuaian antara desain dan analisisnya, sehingga proses design dapat digambarkan dengan design spiral yang saling menyempurnakan. Dasar pembangunan model pada Maxsurf Modeler menggunakan surface yang dapat ditarik dan dibentangkan sehingga bisa menjadi model yang utuh. Untuk dapat menguasai Maxsurf Modeler terlebih dahulu harus mengenal lembar kerja, tools dan cara penggunaannya. Lembar kerja ini didalamnya terdapat tools yang digunakan membuat model.

2.2.7 Software Maxsurf Stability

Setelah desain telah diModelkan oleh Maxsurf Modeler, stabilitas dan kekuatan karakteristiknya dapat dianalisis dengan menggunakan Maxsurf Stability. Baik stabilitas saat *intact* atau pun *damage* untuk berbagai metode analisis termasuk hidrostatik, *equilibrium analysis*, stabilitas dalam sudut besar, *KN tables and cross curves*, limiting KG and *longitudinal strength analysis* dapat dilakukan menggunakan software Maxsurf Stability. Berbagai kriteria stabilitas dapat digunakan untuk menyesuaikan dengan persyaratan dari *class*. Di dunia pelayaran telah dikenal banyak peraturan keselamatan, misalnya *IMO*, Marpol 73, US Navy, USL, Heeling Arm, dan peraturan lain yang dapat kita atur sendiri. Dalam perhitungan stabilitas menggunakan Maxsurf Stability diperlukan data-data antara lain: berat kapal, LCG, KG, dan letak tanki beserta jenis muatan cairannya dan kemudian kita dapat merunning program.

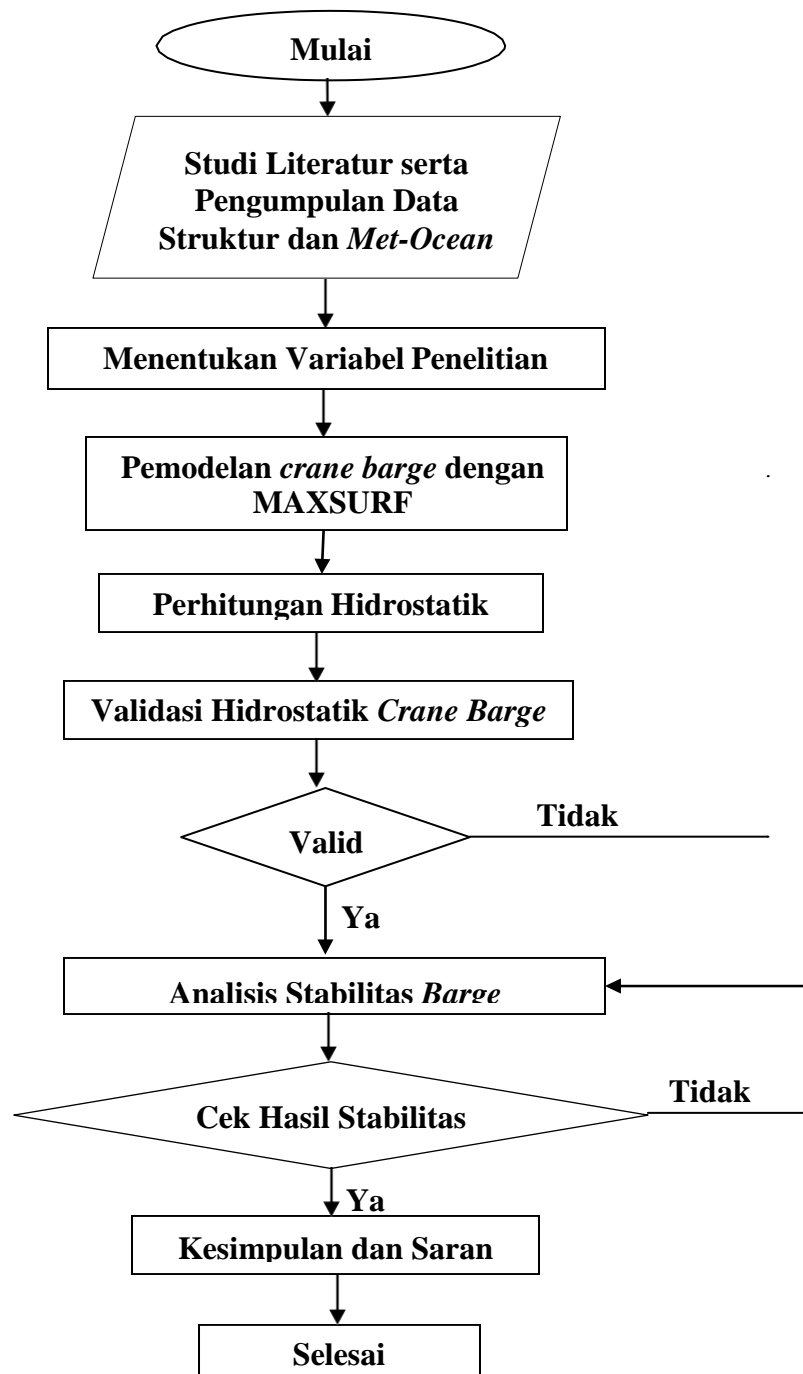
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini dapat dilihat pada diagram alir atau *flowchart* dalam gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

3.2 Penjelasan Diagram Alir

Diagram alir digunakan untuk menunjukkan tahapan-tahapan dalam proses analisa. Berikut penjelasan dari diagram alir :

1. Studi Literatur serta Pengumpulan Data Struktur dan *Met-Ocean*

Pada tahapan ini akan dilakukan studi literatur, yaitu pengumpulan publikasi ilmiah dari literatur terbuka yang relevan yang dapat dijadikan acuan dalam pengerjaan tugas ini, literatur yang di kumpulkan mengacu pada penelitian-penelitian, maupun jurnal terdahulu yang pernah membahas hal serupa. Pengumpulan data-data untuk pengerjaan tugas akhir juga dilakukan pada tahap ini. Data yang digunakan antara lain:

- Data *Crane Barge* (Data Barge yang digunakan untuk penelitian tugas ini adalah *Hilong 106* yang didapatkan dari PT Global Maritime).
- *Crane Specification* (Crane Specification sangat dibutuhkan untuk mengetahui kapasitas angkat maksimal, panjang lengan dan sudut kerja dari crane itu sendiri, berat dari peralatan yang ada pada crane juga sangat mempengaruhi stabilitas dari barge).
- Data lingkungan (Data Lingkungan baik gelombang, angin, dan arus dibutuhkan dalam analisa dinamis).

2. Menentukan Variable Penelitian

Pada tahapan ini akan ditentukan batasan-batasan masalah yang akan dibahas pada tugas akhir ini. Tahapan ini penting agar cakupan permasalahan akan menjadi jelas dan tidak melebar.

3. Permodelan *crane barge* dengan Maxsurf

Pada tahap ini permodelan Barge menggunakan software Maxsurf, dimana ukuran utama dalam permodelan ini mengacu pada *General Arrangement* “Hilong 106”. Permodelan yang dilakukan hanya pada lambung barge dan kompartmen – kompartmen yang ada pada barge tersebut.

4. Perhitungan Hidrostatik

Perhitungan hidrostatik diperlukan untuk mengetahui karakteristik dan sifat badan kapal yang tercelup atau dibawah garis air.

5. Validasi Hidrostatik *Crane Barge*

Validasi permodelan dilakukan dengan cara menghitung hasil koefisien –

koefisien hidrostatik pada barge yang kemudian dibandingkan dengan koefisien hidrostatik barge yang ada pada Stability Booklet, dalam hal ini validasi yang dilakukan pada sarat kondisi *lightship* dan sarat maksimal pada barge tersebut, model dari barge dikatakan sudah valid apabila koreksi perbedaan data hidrostatik barge pada Maxsurf dan data hidrostatik barge pada Stability Booklet sudah mendekati 5%.

6. Analisis Stabilitas *Barge* saat Operasi *Heavy Lifting*

Hal yang perlu diperhatikan dalam analisa stabilitas *barge* sebelum dan saat Operasi *Heavy Lifting* adalah perbandingan antara *Righting Moment* dan *Heeling Moment* pada *barge*, dan besar *trim* pada *barge* dari *barge* tersebut ketika melakukan operasi *lifting*.

7. Cek Hasil Stabilitas

Hasil stabilitas yang akan dikeluarkan oleh software akan diverifikasi dengan *codes* IMO yang sesuai.

8. Kesimpulan dan Saran

Setelah melakukan analisis stabilitas *barge* akan diketahui bagaimana kemampuan *barge* tersebut saat melakukan operasi *heavy lifting*. Pada tahap ini akan dimunculkan kesimpulan-kesimpulan dari analisis yang telah dilakukan dengan memperhatikan *codes* yang dipakai. Setelah didapat kesimpulan, akan diberikan saran yang bisa membuat penelitian ini lebih baik.

3.3 Pengumpulan Data

Studi kasus yang dipakai dalam tugas akhir ini adalah sebuah kapal Accommodation Work Barge yang sedang melakukan operasi *heavy lifting* atau pengangkatan. Pada kasus ini, penulis mengumpulkan data-data untuk pengerjaan tugas akhir, seperti:

- Data *Crane Barge* (Data Barge yang digunakan untuk penelitian tugas ini adalah Hilong 106 yang didapatkan dari PT Global Maritime).
- Data *Crane Specification* (Crane Specification sangat dibutuhkan untuk mengetahui kapasitas angkat maksimal, panjang lengan dan sudut kerja dari crane itu sendiri, berat dari peralatan yang ada pada crane juga sangat mempengaruhi stabilitas dari barge).

- Data *Topside Lifting* (Data Topside yang diangkut pada penelitian tugas ini adalah CPP-2 yang didapatkan dari PT Global Maritime).
- Data Lingkungan (Data Lingkungan baik gelombang, angin, dan arus dibutuhkan dalam analisa dinamis).

3.3.1 Data Crane Barge

Data barge yang digunakan untuk penelitian tugas ini adalah sebuah *crane brage* yang didapatkan dari PT Global Maritime yang meliputi data dimensi utama kapal, *general arrangement*, dan *tank capacity* yang ditunjukkan dalam Tabel 3.1.

- Dimensi utama kapal

Tabel 3.1 *Principal Dimension* (sumber: PT. Global Maritime Indonesia)

Principal Dimensions		
Length Over All	LOA	169.00 m
Breadth Moulded	B	46.00 m
Depth Moulded	H	13.50 m
Draft Operation	T _{op}	8.20 m
Light Load Weight	LWT	28203 mT
Longitudinal Center of Gravity (from bow)	LCG	91.15 m
Transversal Center of Gravity (to starboard)	TCG	1.07 m
Vertical Center of Gravity (from keel)	VCG	14.36 m

- *General Arrangement*

Data *general arrangement* menjelaskan konfigurasi badan kapal dari tampak samping dan atas. *General arrangement* dapat dilihat dalam lembar lampiran data *crane barge*.

- *Tank Capacity*

Data *tank capacity* menjelaskan pembagian ruangan tanki pada kapal yang berisi muatan cair maupun tidak. Pembagian ruangan tanki yang berisi muatan cair, seperti *fresh water tank*, *ballast water tank*, *fuel tank* akan dimodelkan pada barge sedangkan tanki yang bukan muatan cair dianggap sebagai tanki kosong (*void*) yang hanya dimodelkan beberapa bagian saja. *Tank capacity* dapat dilihat dalam lembar lampiran data *crane barge*.

3.3.2 Data Crane Specification

Data *Crane Specification* yang ada sangat dibutuhkan untuk mengetahui kapasitas angkat maksimal pada setiap radius yang disarankan. Pada kasus ini *crane* yang digunakan adalah *pedestal crane: ZPMC 3000T*. Spesifikasi *crane* dapat dilihat pada lampiran II. Data yang akan digunakan pada kasus ini dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Data *Crane* (sumber: PT. Global Maritime)

Data	
Angle of Jib ($^{\circ}$)	70.3
Radius of Main Hook (m)	35
Main Hook Lifting Height Above Waterline (m)	83.3
Main Hook Lifting Capacity Over Stern (t)	2400

3.3.1 Data *Topside Lifting*

Data *Topside Lifting* merupakan data yang digunakan untuk mengetahui konfigurasi struktur *topside* yang diangkut oleh *crane*. *Topside* yang diangkut oleh *crane* adalah topside untuk *Centrer Production Platform (CPP)*. Dari data *topside lifting* akan diketahui jarak angkut yang dilakukan oleh *crane* yang dapat dilihat pada lampiran III.

3.3.2 Data Lingkungan

Data lingkungan yang digunakan untuk penelitian tugas ini adalah Metocean Data Integration Study for West Madura Offshore Field yang didapatkan dari PT Global Maritime yang meliputi data:

- Kedalaman perairan = 51.10 meter
- Tinggi signifikan gelombang (H_s) = 1.89 meter
- Kecepatan angin = 12.96 meter/sekon

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

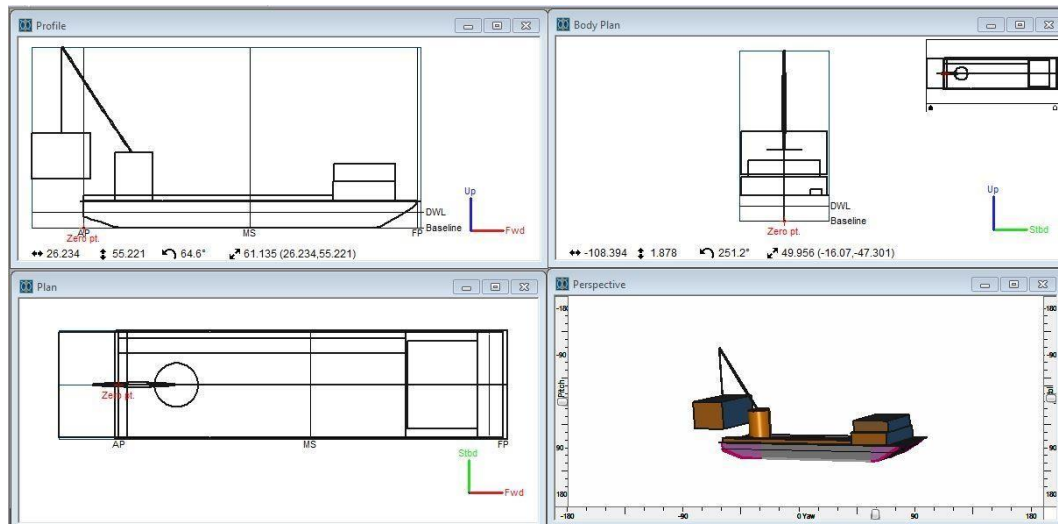
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemodelan *Crane Barge*

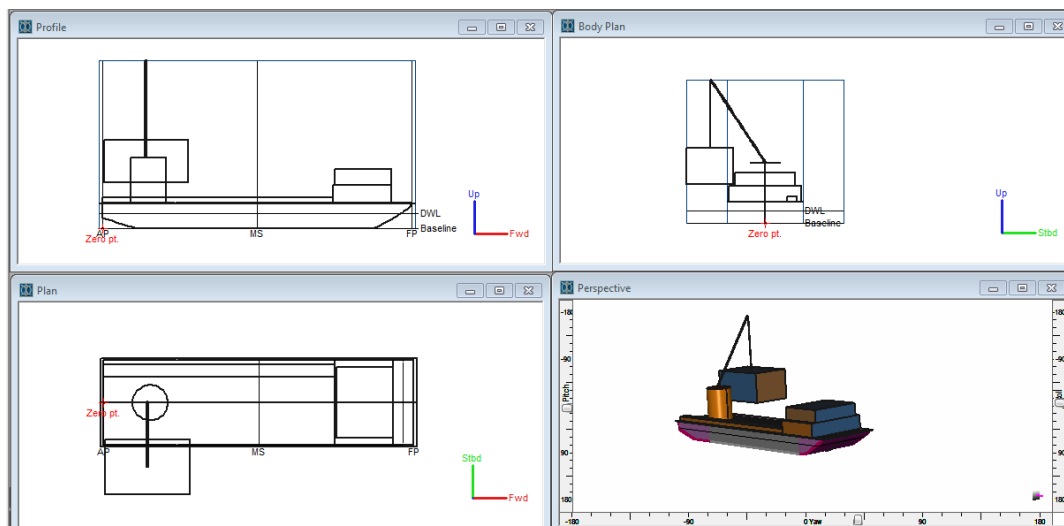
Pemodelan dilakukan menggunakan *software* MAXSURF berdasarkan *principal dimension* dan koordinat-koordinat pada *barge* diambil dari *general arrangement* seperti yang terlampir pada data diatas. Dari hasil permodelan struktur *barge* dengan menggunakan *software* didapatkan hasil hidrostatik dari *barge* yang kemudian di validasi dengan data hidrostatik pada *booklet*. Validasi *barge* dilakukan dengan 4 kondisi pembebanan, *Light Load* dan *full load* baik dengan atau tanpa *crane*. Empat kondisi pembebanan yang akan dianalisis antara lain:

- Kondisi *Light Load* : kondisi dimana *barge* dalam kondisi *lightship* (dengan *pedestal crane* dan 10% *tank capacity*)
- Kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern* : kondisi dimana *barge* dalam kondisi *full load* (*full storage* dan 50% *tank capacity*) dengan *crane* yang mengangkut beban seberat 1226 ton, posisi *pedestal crane* di *centerline* dan *boom* arah *stern side*.
- Kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern* : kondisi dimana keberangkatan *barge* dalam kondisi *full load* (*full storage and full tank capacity*) dengan *crane* yang mengangkut beban seberat 1226 ton, posisi *pedestal crane* di *centerline* dan *boom* arah *stern side*.
- Kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Port* : kondisi dimana *barge* dalam kondisi *full load* (*full storage* dan 50% *tank capacity*) dengan *crane* yang mengangkut beban seberat 1226 ton, posisi *pedestal crane* di *centerline* dan *boom* arah *port side*.
- Kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Port* : kondisi dimana keberangkatan *barge* dalam kondisi *full load* (*full storage and full tank capacity*) dengan *crane* yang mengangkut beban seberat 1226 ton, posisi *pedestal crane* di *centerline* dan *boom* arah *port side*.

Pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 menjelaskan model yang dibuat pada *software Maxsurf Modeler* dengan pembebanan *crane* arah *stern* dan *port*:



Gambar 4.1 Permodelan *Barge* dengan pembebanan *crane* arah *stern* pada *Software*



Gambar 4.2 Permodelan *Barge* dengan pembebanan *crane* arah *port* pada *Software*

Untuk variasi beban pada setiap kondisi dilakukan dengan memodelkan dan menghitung *ballast* pada masing-masing *tank*, dimana *tank* pada *barge* sebanyak 30 *tank*. Gambar 4.3 adalah hasil pemodelan *tank* pada *software Maxsurf Stability Enterprise*.

Tabel 4.1 Tabel Hidrostatik

	Unit	Design Model Lines Plan	Light Load	Half Load dengan beban angkut pada posisi Stern	Full Load dengan beban angkut pada posisi Stern	Half Load dengan beban angkut pada posisi Port	Full Load dengan beban angkut pada posisi Port
Draft	m	8.25	4.85	6.60	8.55	6.60	8.55
Displacement	t	57937.00	32303	45311	60206	45353	60248
Volume (displaced)	m ³	56524.31	31514.644	44205.662	58737.91	44246.365	58778.966
Wetted Area	m ²	10204.41	8531.652	9445.663	10342.112	9445.663	10342.112
Max sect. area	m ²	379.50	223.1	303.6	393.3	303.6	393.3
Waterpl. Area	m ²	7504.72	7071.507	7376.531	7526.61	7376.531	7526.61
Prismatic coeff. (Cp)		0.91	0.919	0.908	0.913	0.909	0.913
Block coeff. (Cb)		0.91	0.919	0.908	0.913	0.909	0.913
Max Sect. area coeff. (Cm)		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Waterpl. area coeff. (Cwp)		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
LCB length	from zero pt. (+ve fwd) m	81.26	81.949	81.393	81.297	81.364	81.277
LCF length	from zero pt. (+ve fwd) m	81.57	80.458	80.18	81.811	80.18	81.811
KB	m	4.29	2.496	3.423	4.45	3.423	4.45
BMt	m	23.41	39.567	29.424	22.595	29.397	22.579
BML	m	294.49	441.903	357.587	285.879	357.258	285.68
KMt	m	27.70	42.063	32.847	27.046	32.82	27.029
KML	m	298.78	444.398	361.01	290.33	360.681	290.13
Immersion (TPc)	tonne/cm	76.92	72.483	75.609	77.148	75.609	77.148
MTc	tonne.m	1024.30	821.117	934.542	997.013	934.528	996.999
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	tonne.m	28012.89	15365.599	16133.893	17419.812	16129.607	17415.915

Validasi permodelan dilakukan dengan membandingkan hasil koefisien – koefisien hidrostatik pada model barge dari Maxsurf dengan koefisien hidrostatik barge yang ada pada data sebenarnya.

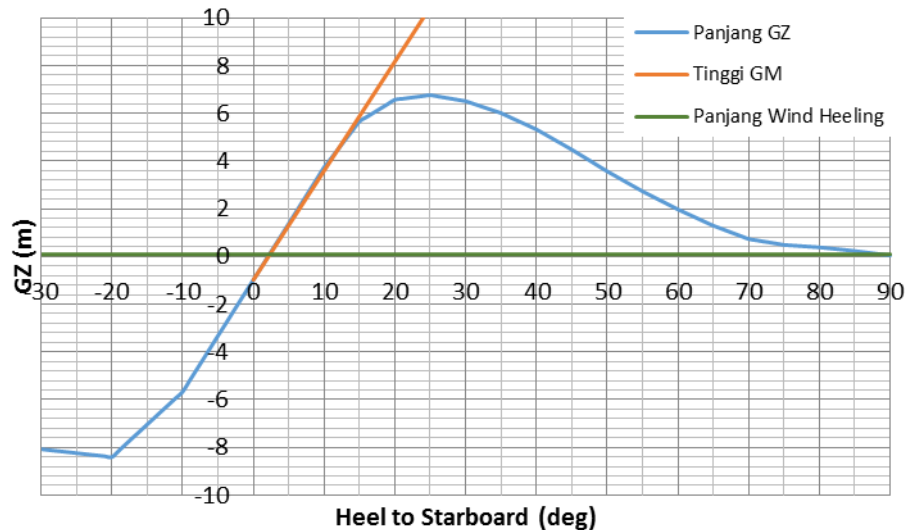
Tabel 4.2 Validasi Kondisi *Design Model*

	VALIDASI				
	BOOKLET		MAXSURF		%
Draft	8.25	m	8.25	m	
Displacement	-	t	57651	t	-
KMt	27.38	m	27.70	m	1.17

4.3 Analisis Stabilitas

Hasil yang didapatkan dari analisis stabilitas oleh Maxsurf Stability Enterprise setelah pemodelan dijelaskan dalam beberapa kondisi di bawah:

- **Kondisi *Light Load***



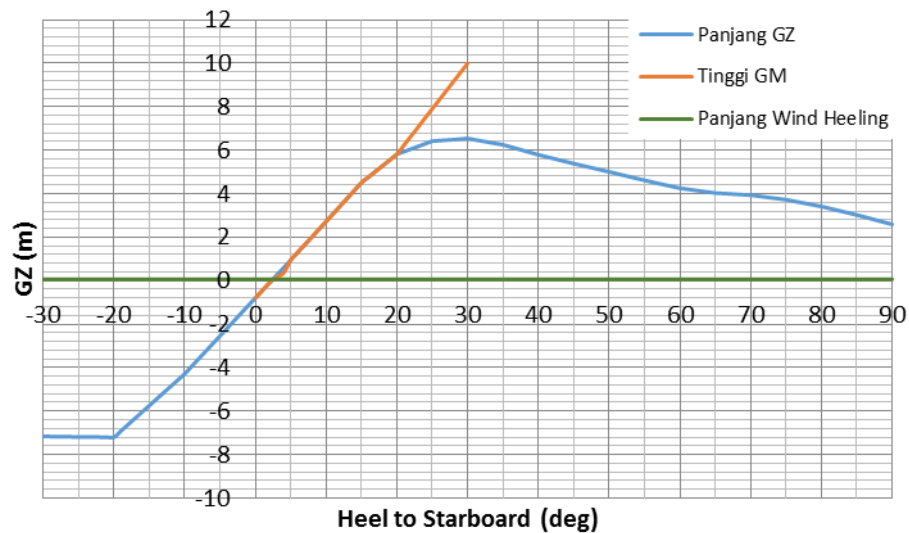
Gambar 4.4 Kurva GZ Kondisi *Light Load*

Evaluasi stabilitas dari syarat yang diberikan oleh IMO untuk kondisi *light load* dapat dilihat dalam Gambar 4.4.

- Area di bawah kurva GZ sampai sudut oleng $\theta = 30^\circ > 3.151 \text{ m.deg}$. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 135.657 m.deg.
- Area di bawah kurva GZ sampai sudut oleng $\theta = 40^\circ > 5.156 \text{ m.deg}$. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 195.445 m.deg.
- Area di bawah kurva GZ antara sudut $30^\circ < \theta < 40^\circ$ harus lebih dari 1.718 m.deg. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 59.788 m.deg.
- Panjang GZ minimal pada sudut oleng $\theta = 30^\circ > 0.2 \text{ m}$. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 6.509 m.
- Nilai GZ maksimum harus terjadi di atas sudut oleng $\theta > 30^\circ$. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 24.1 deg.
- Tinggi GM awal $> 0.15 \text{ m}$. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 27.571 m.

- Sudut *steady heel* akibat beban angin $< 16^0$. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 2.2^0 .
- Besar perbandingan area 1 dibanding area 2 $> 100\%$. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 173.87%.

• **Kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern***

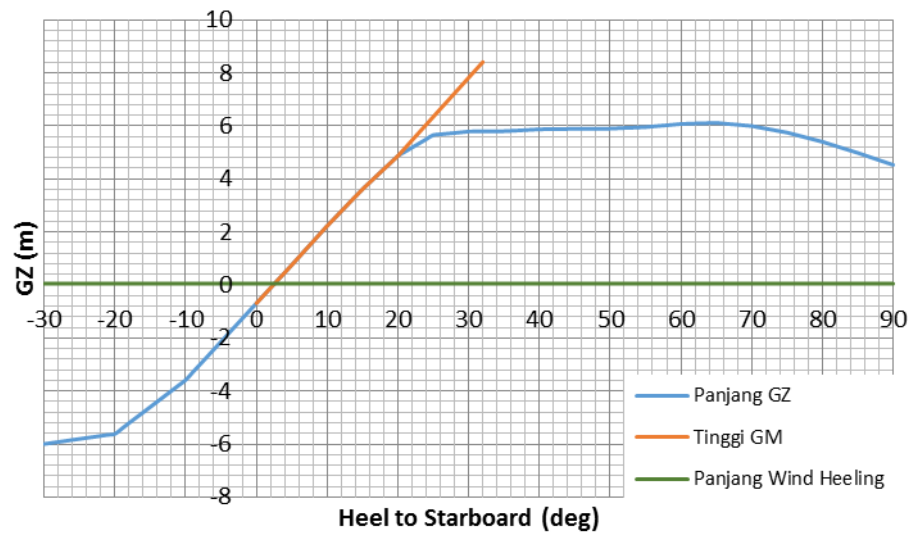


Gambar 4.5 Kurva GZ Kondisi *Half Load* dengan Beban Angkut pada Posisi *Stern*

Evaluasi stabilitas dari syarat yang diberikan oleh IMO untuk kondisi *half load* dengan beban angkut pada posisi *Stern* dengan beban angkut pada posisi *stern* dapat dilihat dalam Gambar 4.5.

- Area di bawah kurva GZ sampai sudut oleng $\theta = 30^0 > 3.151$ m.deg. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 117.295 m.deg.
- Area di bawah kurva GZ sampai sudut oleng $\theta = 40^0 > 5.156$ m.deg. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 179.552 m.deg.
- Area di bawah kurva GZ antara sudut $30^0 < \theta < 40^0$ harus lebih dari 1.718 m.deg. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 62.257 m.deg.
- Panjang GZ minimal pada sudut oleng $\theta = 30^0 > 0.2$ m. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 6.54 m.
- Nilai GZ maksimum harus terjadi di atas sudut oleng $\theta > 15^0$. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 29.1 deg.

- Tinggi GM awal > 0.15 m. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 19.895 m.
- Sudut *steady heel* akibat beban angin $< 16^0$. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 2.5^0 .
- Besar perbandingan area 1 dibanding area 2 $> 100\%$. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 216.01%.
- **Kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern***



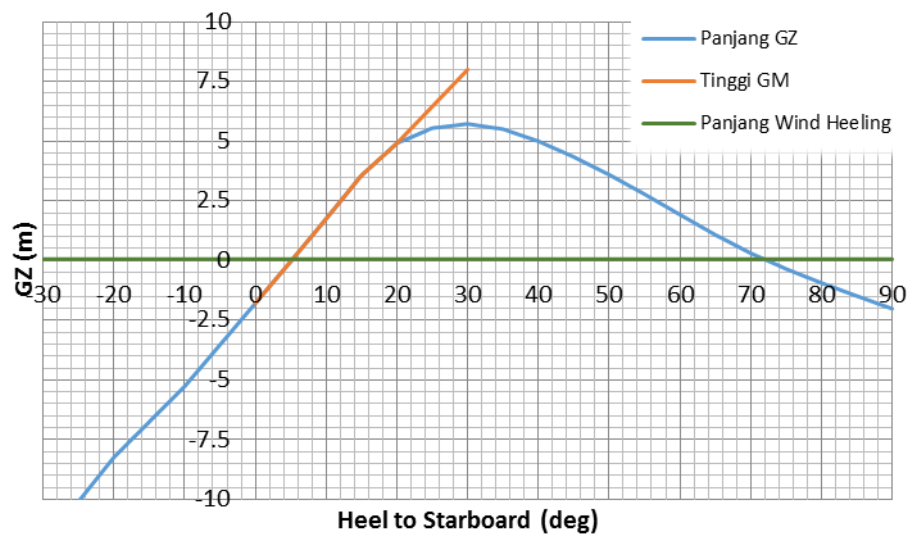
Gambar 4.6 Kurva GZ Kondisi *Full Load* dengan Beban Angkut pada Posisi *Stern*

Evaluasi stabilitas dari syarat yang diberikan oleh IMO untuk kondisi *full load* dengan beban angkut pada posisi *stern* dapat dilihat dalam Gambar 4.6.

- Area di bawah kurva GZ sampai sudut oleng $\theta = 30^0 > 3.151$ m.deg. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 99.03 m.deg.
- Area di bawah kurva GZ sampai sudut oleng $\theta = 40^0 > 5.156$ m.deg. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 157.16 m.deg.
- Area di bawah kurva GZ antara sudut $30^0 < \theta < 40^0$ harus lebih dari 1.718 m.deg. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 58.128 m.deg.
- Panjang GZ minimal pada sudut oleng $\theta = 30^0 > 0.2$ m. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 6.119 m.
- Nilai GZ maksimum harus terjadi di atas sudut oleng $\theta > 15^0$. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 64.1 deg.

- Tinggi GM awal > 0.15 m. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 16.481 m.
- Sudut *steady heel* akibat beban angin $< 16^0$. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 2.5^0 .
- Besar perbandingan area 1 dibanding area 2 $> 100\%$. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 249.38%.

• **Kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Port***



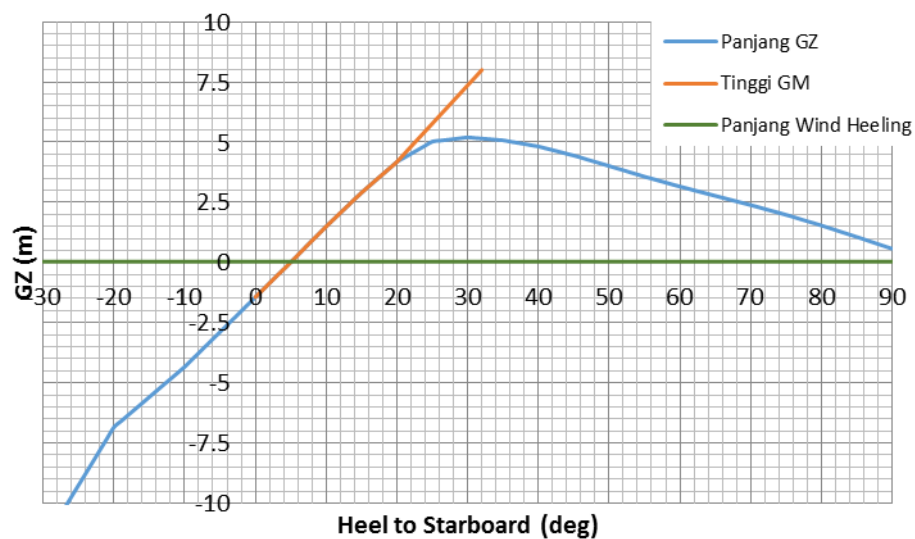
Gambar 4.7 Kurva GZ Kondisi *Half Load* dengan Beban Angkut pada Posisi *Port*

Evaluasi stabilitas dari syarat yang diberikan oleh IMO untuk kondisi *half load* dengan beban angkut pada posisi *port* dapat dilihat dalam Gambar 4.7.

- Area di bawah kurva GZ sampai sudut oleng $\theta = 30^0 > 3.151$ m.deg. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 89.424 m.deg.
- Area di bawah kurva GZ sampai sudut oleng $\theta = 40^0 > 5.156$ m.deg. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 144.01 m.deg.
- Area di bawah kurva GZ antara sudut $30^0 < \theta < 40^0$ harus lebih dari 1.718 m.deg. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 54.582 m.deg.
- Panjang GZ minimal pada sudut oleng $\theta = 30^0 > 0.2$ m. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 5.725 m.

- Nilai GZ maksimum harus terjadi di atas sudut oleng $\theta > 15^0$. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 29.5 deg.
- Tinggi GM awal > 0.15 m. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 19.924 m.
- Sudut *steady heel* akibat beban angin $< 16^0$. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 5.3^0 .
- Besar perbandingan area 1 dibanding area 2 $> 100\%$. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 174.55%.

• **Kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Port***



Gambar 4.8 Kurva GZ Kondisi *Full Load* dengan Beban Angkut pada Posisi *Port*

Evaluasi stabilitas dari syarat yang diberikan oleh IMO untuk kondisi *full load* dengan beban angkut pada posisi *port* dapat dilihat dalam Gambar 4.8.

- Area di bawah kurva GZ sampai sudut oleng $\theta = 30^0 > 3.151$ m.deg. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 78.257 m.deg.
- Area di bawah kurva GZ sampai sudut oleng $\theta = 40^0 > 5.156$ m.deg. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 128.84 m.deg.
- Area di bawah kurva GZ antara sudut $30^0 < \theta < 40^0$ harus lebih dari 1.718 m.deg. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 50.583 m.deg.
- Panjang GZ minimal pada sudut oleng $\theta = 30^0 > 0.2$ m. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 5.202 m.

- Nilai GZ maksimum harus terjadi di atas sudut oleng $\theta > 15^0$. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 29.5 deg.
- Tinggi GM awal > 0.15 m. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 16.543 m.
- Sudut *steady heel* akibat beban angin $< 16^0$. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 5.1^0 .
- Besar perbandingan area 1 dibanding area 2 $> 100\%$. Untuk hasil analisis *crane barge* adalah 195.94%.

Stabilitas dari berbagai kondisi yang secara umum bisa dikatakan baik dan memenuhi kriteria stabilitas dari IMO. Hasil analisis stabilitas pada *crane barge* dapat dilihat secara ringkas dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Analisis Stabilitas untuk Setiap Kondisi

Criteria	Unit	IMO	Kondisi									
			Light Load	Check	Half Load dengan beban angkut pada posisi Stern	Check	Full Load dengan beban angkut pada posisi Stern	Check	Half Load dengan beban angkut pada posisi Port	Check	Full Load dengan beban angkut pada posisi Port	Check
Area di bawah kurva sampai sudut 30 deg	m.deg	> 3.151	135.657	Pass	117.295	Pass	99.03	Pass	89.424	Pass	78.257	Pass
Area di bawah kurva sampai sudut 40 deg	m.deg	> 5.156	195.445	Pass	179.552	Pass	157.16	Pass	144.01	Pass	128.84	Pass
Area di bawah kurva antara sudut 30-40 deg	m.deg	> 1.718	59.788	Pass	62.257	Pass	58.128	Pass	54.582	Pass	50.583	Pass
Panjang GZ minimum pada sudut 30 deg	m	> 0.2	6.509	Pass	6.54	Pass	6.119	Pass	5.725	Pass	5.202	Pass
Sudut minimum saat terjadi GZ max	deg	> 15	24.1	Pass	29.1	Pass	64.1	Pass	29.5	Pass	29.5	Pass
Tinggi GM awal	m	> 0.15	27.571	Pass	19.895	Pass	16.481	Pass	19.924	Pass	16.543	Pass
Severe Wind:												
Sudut heel minimum	deg	< 16	2.2	Pass	2.5	Pass	2.5	Pass	5.3	Pass	5.1	Pass
Perbandingan area 1/area 2	%	> 100	173.87	Pass	216.01	Pass	249.38	Pass	174.55	Pass	195.94	Pass

Pada Tabel 4.3 terdapat delapan kriteria dengan ketentuan masing-masing dan lima kondisi yang berbeda-beda. Jika dilihat dari hasil Tabel 4.3 dapat diambil kesimpulan bahwa untuk kriteria area dibawah kurva sampai sudut 30 deg terdapat kondisi *Light Load* yang dapat dikatakan lebih aman karena memiliki nilai lebih besar dibandingkan kondisi yang lainnya sebesar 135.657 m.deg. Sedangkan kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Port* dengan kriteria yang sama memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai lainnya sebesar 78.257 m.deg sehingga kemampuan *barge* untuk kembali ke posisi semula relative kecil.

Untuk kriteria dibawah kurva sampai sudut 40 deg, hasil dari Tabel 4.3 diambil kesimpulan bahwa kondisi *Light Load* yang dapat dikatakan lebih aman

karena memiliki nilai lebih besar dibandingkan kondisi yang lainnya sebesar 195.445 m.deg. Sedangkan kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Port* dengan kriteria yang sama memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai lainnya sebesar 128.84 m.deg.

Sedangkan dari hasil Tabel 4.3, kriteria area dibawah kurva antara 30 – 40 deg dapat disimpulkan bahwa kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern* yang dikatakan aman karena memiliki nilai lebih besar dibandingkan kondisi yang lainnya sebesar 62.257 m.deg. Kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Port* dengan kriteria yang sama memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai lainnya sebesar 50.583 m.deg.

Hasil Tabel 4.3 untuk kriteria panjang GZ minimum pada sudut 30 deg diambil kesimpulan bahwa kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern* yang dikatakan aman karena memiliki nilai lebih besar dibandingkan kondisi yang lainnya sebesar 6.54 meter. Sedangkan kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Port* dengan kriteria yang sama memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai lainnya sebesar 5.202 meter.

Sudut minimum saat terjadi GZ max berdasarkan dari hasil Tabel 4.3 disimpulkan bahwa kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern* yang dikatakan aman karena memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan kondisi yang lainnya sebesar 64.1 deg. Sedangkan kondisi *Light Load* dengan kriteria yang sama memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai lainnya sebesar 24.1 deg.

Panjang GM awal berdasarkan dari hasil Tabel 4.3 disimpulkan bahwa kondisi *Light Load* yang dikatakan aman karena memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan kondisi yang lainnya sebesar 27.571 meter. Sedangkan kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern* dengan kriteria yang sama memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai lainnya sebesar 16.481 meter.

Untuk kriteria sudut heel minimum yang disebabkan oleh angin dapat diambil kesimpulan dari hasil Tabel 4.3 bahwa kondisi *Light Load* yang dikatakan aman karena memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan kondisi yang lainnya sebesar 2.2 deg. Sedangkan kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Port* dengan kriteria yang sama memiliki nilai yang lebih besar

dibandingkan dengan nilai lainnya sebesar 5.3 deg.

Serta kriteria perbandingan area 1 dengan area 2 diambil kesimpulan dari hasil Tabel 4.3 bahwa kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern* yang dikatakan aman karena memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan kondisi yang lainnya sebesar 249.38%. Sedangkan kondisi *Light Load* dengan kriteria yang sama memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai lainnya sebesar 173.87%.

Kondisi Kritis

Kita dapat menentukan kondisi mana yang memenuhi dan kondisi mana yang kritis dari setiap kriteria stabilitas yang terdapat pada IMO. Parameter utama yang dilihat dalam menentukan kualitas stabilitas barge adalah besarnya momen yang bekerja untuk mengembalikan *barge* dari kondisi oleng ke posisi tegak. Hasil stabilitas untuk keempat kondisi pada sudut 90 derajat masih memiliki lengan GZ sehingga *barge* akan tetap stabil. Pada Tabel 4.4 dapat kita lihat besar lengan GZ untuk keempat kondisi pada sudut 90 derajat dengan nilai terbesar 4.53 meter pada kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern*. Namun, pada kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Port* sudah tidak memiliki lengan GZ pada sudut 72.3 derajat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern* merupakan kondisi yang aman dan kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Port* merupakan kondisi yang kritis.

Tabel 4.4 Lengan GZ pada sudut 90⁰ untuk keempat kondisi

Kondisi	GZ (m)
Light Load	0.047
<i>Half Load</i> dengan beban angkut pada posisi <i>Stern</i>	2.593
<i>Full Load</i> dengan beban angkut pada posisi <i>Stern</i>	4.53
<i>Full Load</i> dengan beban angkut pada posisi <i>Port</i>	0.574

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa yang penulis lakukan mengenai stabilitas *crane barge* saat melakukan operasi heavy lifting, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Semua *loadcase* yang diperhitungkan mampu memenuhi syarat yang diberikan oleh IMO.
2. *Crane barge* memiliki nilai stabilitas paling kecil pada kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Port* untuk beberapa kriteria IMO seperti area dibawah kurva sampai sudut 30 deg (sebesar 78.257 m.deg), area dibawah kurva sampai sudut 40 deg (sebesar 128.84 m.deg), area dibawah kurva antara 30 – 40 deg (sebesar 50.583 m.deg), kriteria panjang GZ minimum pada sudut 30 deg (sebesar 5.202 meter). *Crane barge* memiliki nilai stabilitas paling kecil lainnya saat kondisi *Light Load* untuk kriteria sudut minimum saat terjadi GZ max (sebesar 24.1 deg) dan kriteria perbandingan area 1 dengan area 2 (sebesar 173.87%); *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern* untuk kriteria panjang GM awal (sebesar 16.481 meter); dan kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Port* untuk kriteria sudut heel minimum yang disebabkan oleh angin (sebesar 5.3 deg) dan kondisi ini sudah tidak memiliki lengan GZ pada sudut 72.3 deg.

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan penulis untuk penelitian lebih lanjut adalah :

1. Perlu dilakukan analisis stabilitas *crane barge* dengan adanya gerakan ayunan pada beban saat operasi *heavy lifting*.
2. Perlu dilakukan analisis stabilitas dinamis pada saat barge benda pada medan propagasi gelombang.
3. Perlu dilakukan analisis untuk menentukan kenaikan beban sampai dengan maksimum angkut crane.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Barrass, Bryan and D.R. Derrett. 2006. *Ship Stability for Masters and Mates. Sixth Edition*. Boston: Elsevier.
- Biran, A. B. 2003. *Ship Hydrostatics and Stability*. Boston.
- Boom, H.J.J. van den, J.N. Dekker, and R.P. Dallinga. 1988. "Computer Analysis of Heavy Lift Operations". Maritime Research Inst. Netherlands.
- Departemen Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. 2013. "Buku Teks Bahan Ajar Siswa: Bangunan dan Stabilitas Kapal Perikanan". Indonesia.
- DNV OS H205. 2014. *Lifting Operations (VMO Standard-Part 2-5)*. Norway: Det Norske Veritas.
- Gorat, Maria La P. 2015. "Laporan Hidrostatik dan Bonjean". Jurusan Teknik Kelautan, ITS. Surabaya.
- Gourlay, T.P. & Lilienthal, T. 2002. "Dynamic Stability of Ships in Waves". Proc. Pacific 2002 International Maritime Conference, Sydney, Jan 2002.
- Handaya, Fajar Wuri. 2008. Analisa Pengaruh Gerakan Beban Pada Crane Terhadap Stabilitas Crane Barge Pada Saat Operasi. Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan, ITS, Surabaya.
- Hardjanto, Capt. Albertus. "Pengaruh Kelebihan Dan Pergeseran Muatan di Atas Kapal Terhadap Stabilitas Kapal". Jurnal Diploma Pelayaran, Universitas Hang Tuah. Surabaya.
- IMO A. 749.1995. *Intact Stability For All Types of Ships*. London: International Maritime Organization.
- ITS, Jurusan Teknik Perkapalan. 2014. Modul Mata Kuliah: Teori Bangunan Kapal 1. Surabaya.
- Muhammad, Aldin dan Budhi H. Iskandar. 2007. Stabilitas Statis dan Dinamis Kapal Latih dan Penelitian Stella Maris. Buletin PSP Volume XVI No 1. Bogor, Indonesia.
- Pamuji, Ikhsan Rochman. "Analisa Stabilitas dan Equilibrium Kapal Selam Midget 150 untuk Perairan Indonesia". Jurnal S1 Teknik Perkapalan Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro.

- Samson, Nitonye, Ezenwa Ogbonnaya, Kuvie Ejabefio. 2013. “*Stability Analysis for the Design of 5000-Tonnes Offshore Work Barge*”. International Journal of Engineering and Technology Volume 3 No. 9, September. UK.
- Shipowners, Klub. 2007. Kestabilan Dasar untuk Kapal Barang. *The Shipowners' Protection Limited*. London.

LAMPIRAN

LAMPIRAN I DATA *CRANE BARGE*

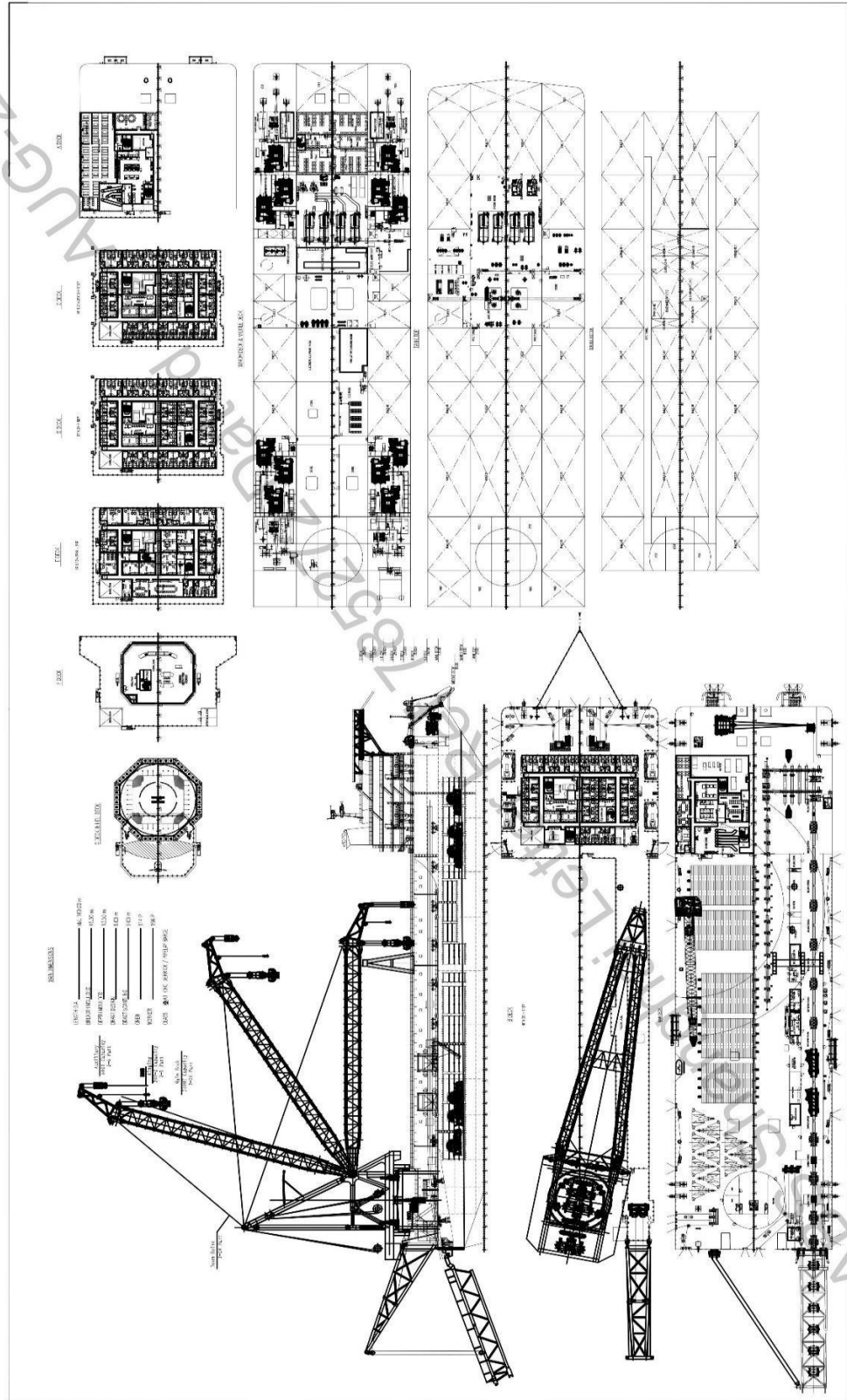
• General Arrangement

FINAL LADING MANUAL (TP-001)

JIBS (NO. 3) - 050-01JS

PAGE 4

1.4. GENERAL ARRANGEMENT PLAN



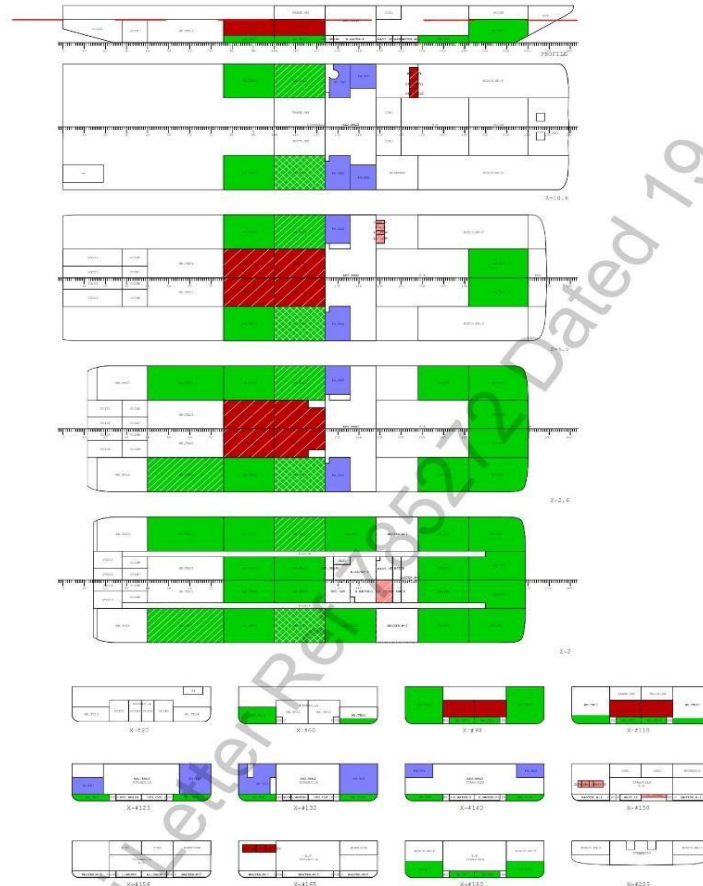
• *Tank Capacity*

FINAL LOADING MANUAL(TYPICAL)

JH958 (NO.3) -050-01JS

PAGE 233

LOADING CONDITION LOAD06-1: 100% oil&water,2500tx30m stern,operation



LOADING CONDITION LOAD06-1, 100% oil&water,2500tx30m stern,operation

F L O A T I N G P O S I T I O N

Draught moulded	8.251	m	KM	27.38	m
Trim	-0.117	m	KG	14.56	m
Heel, PS=+	-0.0	deg			
TA	8.310	m	GM0	12.82	m
TF	8.193	m	GM CORR	-0.48	m
Trimming moment	-11345	tonm	GM	12.34	m
The Corresponding draught Tcorr = 8.253 m					

Nama	Keterangan
FWT1	Fresh Water Tank 1
FWT2	Fresh Water Tank 2
FWT3	Fresh Water Tank 3
FWT4	Fresh Water Tank 4
WBT1	Water Ballast Tank 1
WBT2	Water Ballast Tank 2
WBT3	Water Ballast Tank 3
WBT4	Water Ballast Tank 4
WBT5	Water Ballast Tank 5
WBT6	Water Ballast Tank 6
WBT7	Water Ballast Tank 7
WBT8	Water Ballast Tank 8
WBT9	Water Ballast Tank 9
WBT10	Water Ballast Tank 10
WBT11	Water Ballast Tank 11
WBT12	Water Ballast Tank 12
WBT13	Water Ballast Tank 13
WBT14	Water Ballast Tank 14
WBT15	Water Ballast Tank 15

WBT16	Water Ballast Tank 16
WBT17	Water Ballast Tank 17
WBT18	Water Ballast Tank 18
WBT19	Water Ballast Tank 19
WBT20	Water Ballast Tank 20
HFOT1	Heavy Fuel Oil Tank 1
HFOT2	Heavy Fuel Oil Tank 2
HFOT3	Heavy Fuel Oil Tank 3
HFOT4	Heavy Fuel Oil Tank 4
HFOS1	Heavy Fuel Oil Service 1
HFOS2	Heavy Fuel Oil Service 2
HFOS3	Heavy Fuel Oil Service 3
HFOS4	Heavy Fuel Oil Service 4
COMP	Compartement Tank
HYD	Ruang Mesin untuk mengatur air
LOSERV	Service Room
LOSETT	Setting Room
LOSTORE	Bagian Compartement tank untuk menyimpan store

Name	Type	Intact Perm. %	Damage Perm. %	Specific Gravity	Water Type	Aft (m)	Fore (m)	F.Port (m)	F.Stbd. (m)	F.Top (m)	F.Bottom (m)
WBT13	Tank	100	0	1.025	Water Ballast	76.200	94.488	-8.432	0.000	2.478	0.000
FWT3	Tank	100	0	1	Fresh Water	96.012	103.632	-23.000	-12.609	13.500	2.479
FWT4	Tank	100	0	1	Fresh Water	94.488	103.632	12.609	23.000	13.500	2.479
FWT1	Tank	100	0	1	Fresh Water	103.632	112.776	-23.000	-13.886	13.500	8.547
FWT2	Tank	100	0	1	Fresh Water	103.632	112.776	13.886	23.000	13.500	8.547
HFOST	Tank	100	0	0.9443	Fuel Oil	124.968	128.016	-21.723	-17.209	12.136	9.401
HFOS1	Tank	100	0	0.9443	Fuel Oil	124.968	128.016	-17.209	-13.972	12.136	9.401
HFOS2	Tank	100	0	0.9443	Fuel Oil	124.968	128.016	-13.972	-10.566	12.136	9.401
HFOT3	Tank	100	0	0.9443	Fuel Oil	57.912	76.200	-10.561	0.000	8.546	2.478
HFOT4	Tank	100	0	0.9443	Fuel Oil	57.912	76.200	0.000	10.561	8.546	2.478
HFOT1	Tank	100	0	0.9443	Fuel Oil	76.200	94.488	-10.561	0.000	8.546	2.478
HFOT2	Tank	100	0	0.9443	Fuel Oil	76.200	94.488	0.000	10.561	8.546	2.478
COMP	Compartment	0	0			112.776	115.824	-21.041	-19.763	7.323	4.940
HYD	Compartment	0	0			112.776	115.824	-19.763	-17.208	7.323	4.940
LOSERV	Compartment	0	0			112.776	115.824	-17.208	-15.846	7.323	4.940
LOSETT	Compartment	0	0			112.776	115.824	-15.846	-12.609	7.323	4.940
WBT19	Tank	100	0	1.025	Water Ballast	30.480	57.912	-23.000	-12.439	6.068	0.000
WBT20	Tank	100	0	1.025	Water Ballast	30.480	57.912	10.561	23.000	6.068	0.000
WBT15	Tank	100	0	1.025	Water Ballast	57.912	76.200	-23.000	-12.439	13.500	0.000
WBT17	Tank	100	0	1.025	Water Ballast	57.912	76.200	-8.432	0.000	2.478	0.000
WBT18	Tank	100	0	1.025	Water Ballast	57.912	76.200	0.000	8.432	2.478	0.000
WBT16	Tank	100	0	1.025	Water Ballast	57.912	76.200	10.561	23.000	13.500	0.000
WBT11	Tank	100	0	1.025	Water Ballast	76.200	94.488	-23.000	-12.525	13.500	0.000
WBT14	Tank	100	0	1.025	Water Ballast	76.200	94.488	0.000	8.432	2.478	0.000
WBT12	Tank	100	0	1.025	Water Ballast	76.200	94.488	12.525	23.000	13.500	0.000
WBT9	Tank	100	0	1.025	Water Ballast	94.488	112.776	-23.000	-10.565	2.479	0.000
WBT10	Tank	100	0	1.025	Water Ballast	94.488	112.776	10.565	23.000	2.479	0.000
LOSTORE	Compartment	0	0			112.776	118.872	0.000	8.346	2.479	1.282
WBT5	Tank	100	0	1.025	Water Ballast	128.016	146.304	-23.000	-12.439	6.068	0.000
WBT7	Tank	100	0	1.025	Water Ballast	128.016	146.304	-8.432	0.000	2.478	0.000
WBT8	Tank	100	0	1.025	Water Ballast	128.016	146.304	0.000	8.432	2.478	0.000
WBT6	Tank	100	0	1.025	Water Ballast	128.016	146.304	12.439	23.000	6.068	0.000
WBT1	Tank	100	0	1.025	Water Ballast	146.304	167.640	-23.000	-12.439	6.068	0.000
WBT3	Tank	100	0	1.025	Water Ballast	146.304	167.640	-8.432	0.000	2.478	0.000
WBT4	Tank	100	0	1.025	Water Ballast	146.304	167.640	0.000	8.432	2.478	0.000
WBT2	Tank	100	0	1.025	Water Ballast	146.304	167.640	12.439	23.000	6.068	0.000

LAMPIRAN II
DATA CRANE SPECIFICATION

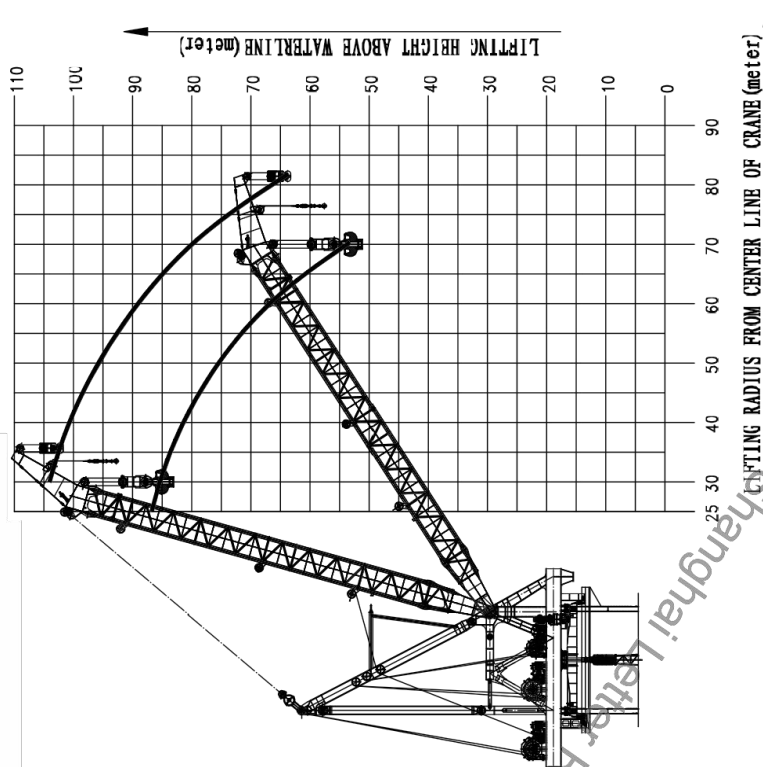
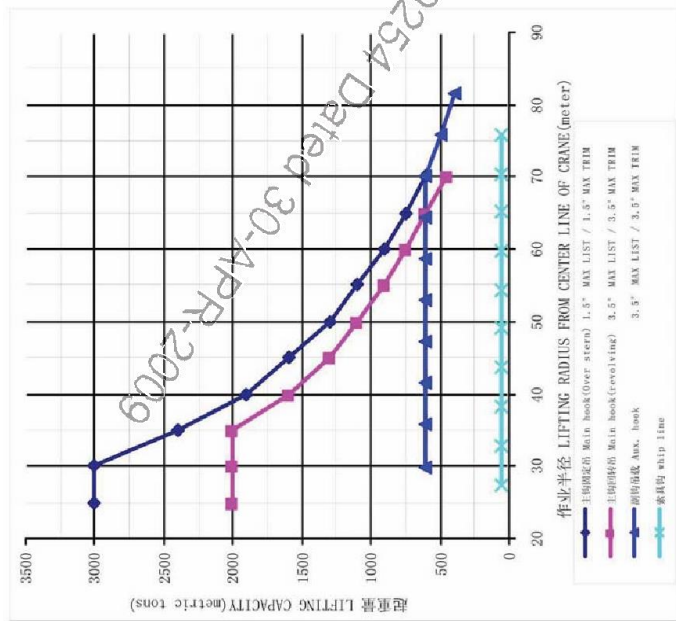
Hook Capacity Rating Chart

Design temperature: -20°C Impact factor: 10%

APPROVED
AS AMENDED
This approval covers only
ABS requirements and does
not include items not required
by ABS. See ABS letter.



AN ASSOCIATION WITH
THE CERTIFICATION OF
LIFTING APPLIANCES



臂架角度 Angle of Jib (°)	主钩幅度 Radius of M.H. (m)	主钩水上高度 M.H. Lifting Height above waterline (m)	主钩固定吊载 M.H. Lifting Capacity Over stern (t)	主钩回转吊载 M.H. Lifting Capacity Revolving (t)	副钩幅度 Radius of Aux.H. (m)	副钩水上高度 Aux.H. Lifting Height above waterline (m)	副钩吊载 Aux.H. Lifting Capacity (t)	索具幅度 Radius of Whip line (m)	索具水上高度 Whip line Lifting Height above waterline (m)	索具吊载 Whip line Lifting Capacity (t)
78.7	25	86.5	3000	2000	29.9	103.8	600	27.4	100.8	50.0
74.5	30	85.1	3000	2000	35.7	102.0	600	32.8	99.2	50.0
70.3	35	83.3	2400	2000	41.5	99.7	600	38.2	97.1	50.0
65.9	40	81.1	1900	1600	47.2	97.0	600	43.6	94.6	50.0
61.4	45	78.3	1600	1300	53.0	93.6	600	49.0	91.6	50.0
56.7	50	75.1	1300	1100	58.7	89.7	600	54.4	88.0	50.0
51.6	55	71.1	1100	900	64.5	84.9	600	59.8	83.6	50.0
46.1	60	66.4	900	750	70.2	79.3	600	65.1	78.4	50.0
40.0	65	60.6	750	600	75.8	72.3	500	70.5	72.1	50.0
32.9	70	53.2	600	450	81.5	63.6	400	75.8	71.0	50.0
0.0	80	-	-	-	92.0	-	-	86.1	-	-

revision no. Rr 0	description	date 2009.01.08	signature Wang Jin
NO. SUB-HO. or STD. NAME & SIZE INTL. or STATE SYMBOL PROJECT: ZPMC 3000T DESIGN STATE: F2500 2/2 ITEM NAME: Crane Capacity Rating Chart 起重机额定容量表			
DESIGN	TRACED	APP.	SCALE: 1:300
NAME	DATE	SET/NAME	WAVE
ZPMC			

LAMPIRAN III
DATA TOPSIDE LIFTING

LAMPIRAN IV
MASS DISTRIBUTION

Kondisi Light Load

MASS DISTRIBUTION KONDISI LIGHT LOAD STERN															
Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m³	Total Volume m³	Long. Arm m -from AP	Mx tonne. m	Trans. Arm m -from CL	My tonne. m	Vert. Arm m -from Keel	Mz tonne. m	Panjang Tank (m)	Lebar Tank (m)	GGI m	Total FSM tonne.m
Lightship	100%	28203	28203			77.85	2195604	1.07	30177.21	14.36	404995.1				
CPP2 TOPSIDE LIFTING															
Topside	0%	12.265	0			-7.484	0	0	0	36.65	0				
Mec. Equipment	100%	3.745	374.462			2.284	855.2712	-2.859	-1070.587	23.491	8796.487				
Mec. Crane Pedestal	100%	0.438	43.813			1.039	45.52171	17.137	750.8234	37.924	1661.564				
Piping Bulk	100%	2.842	284.24			-0.379	-107.727	-4.373	-1242.982	18.327	5209.266				
Piping Support	100%	0.871	87.142			-0.23	-20.0427	-3.253	-283.4729	18.202	1586.159				
Electrical	100%	0.113	11.281			1.684	18.9972	1.692	19.08745	18.701	210.966				
Instrument and Telecommunicatio	100%	0.746	74.601			-0.935	-69.7519	-1.068	-79.67387	20.974	1564.681				
E&I Building	100%	1.598	159.781			6.355	1015.408	12.731	2034.172	31.4	5017.123				
Safety	100%	0.109	10.925			0.003	0.032775	-1.028	-11.2309	16.146	176.3951				
Installation Aids	100%	0.007	0.69			-0.711	-0.49059	11.144	7.68936	29.413	20.29497				
TANK CAPACITY															
WBT13	10%	391.672	39.167	382.119	38.212	85.344	3342.668	-4.216	-165.1281	0.124	4.856708	18.288	8.432	23.910	936.485
FWT3	10%	872.637	87.264	872.637	87.264	99.822	8710.867	-17.805	-1553.736	3.03	264.4099	7.620	10.391	8.164	712.436
FWT4	10%	1047.164	104.716	1047.164	104.716	99.06	10373.17	17.805	1864.468	3.03	317.2895	9.144	10.391	8.164	854.923
FWT1	10%	412.775	41.278	412.775	41.278	108.204	4466.445	-18.443	-761.2902	8.795	363.04	9.144	9.114	13.975	576.875
FWT2	10%	412.775	41.278	412.775	41.278	108.204	4466.445	18.443	761.2902	8.795	363.04	9.144	9.114	13.975	576.875
HFOT	10%	35.534	3.553	37.63	3.763	126.492	449.4261	-19.466	-69.1627	9.538	33.88851	3.048	4.514	6.208	22.061
HFOS1	10%	25.482	2.548	26.985	2.698	126.492	322.3016	-15.59	-39.72332	9.538	24.30282	3.048	3.237	3.193	8.135
HFOS2	10%	26.812	2.681	28.393	2.839	126.492	339.1251	-12.269	-32.89319	9.538	25.57138	3.048	3.406	3.535	9.477
HFOT3	10%	1106.692	110.669	1171.971	117.197	67.056	7421.02	-5.28	-584.3323	2.781	307.7705	18.288	10.561	15.317	1695.157
HFOT4	10%	1106.692	110.669	1171.971	117.197	67.056	7421.02	5.28	584.3323	2.781	307.7705	18.288	10.561	15.317	1695.157
HFOT1	10%	1106.692	110.669	1171.971	117.197	85.344	9444.935	-5.28	-584.3323	2.781	307.7705	18.288	10.561	15.317	1695.158
HFOT2	10%	1106.692	110.669	1171.971	117.197	85.344	9444.935	5.28	584.3323	2.781	307.7705	18.288	10.561	15.317	1695.158

Kondisi *Light Load* (lanjutan)

MASS DISTRIBUTION KONDISI LIGHT LOAD STERN															
Item Name	Quantity	Unit Mass	Total Mass	Unit Volume	Total Volume	Long. Arm	Mx	Trans. Arm	My	Vert. Arm	Mz	Panjang	Lebar	GGI	Total FSM
		tonne	tonne	m ³	m ³	m -from AP	tonne. m	m -from CL	tonne. m	m -from Keel	tonne. m	Tank (m)	Tank (m)	m	tonne.m
WBT19	10%	1801.905	180.191	1757.956	175.796	44.196	7963.721	-17.72	-3192.985	0.303	54.59787	27.432	10.561	15.317	2760.039
WBT20	10%	2122.327	212.233	2070.563	207.056	44.196	9379.85	16.78	3561.27	0.303	64.3066	27.432	12.439	21.249	4509.792
WBT15	10%	2672.568	267.257	2607.384	260.738	67.056	17921.19	-17.72	-4735.794	0.675	180.3985	18.288	10.561	6.885	1840.026
WBT17	10%	391.671	39.167	382.119	38.212	67.056	2626.382	-4.216	-165.1281	0.124	4.856708	18.288	8.432	23.910	936.485
WBT18	10%	391.671	39.167	382.119	38.212	67.056	2626.382	4.216	165.1281	0.124	4.856708	18.288	8.432	23.910	936.485
WBT16	10%	3147.816	314.782	3071.04	307.104	67.056	21108.02	16.78	5282.042	0.675	212.4779	18.288	12.439	9.551	3006.528
WBT11	10%	2650.806	265.081	2586.152	258.615	85.344	22623.07	-17.762	-4708.369	0.675	178.9297	18.288	10.475	6.773	1795.441
WBT14	10%	391.672	39.167	382.119	38.212	85.344	3342.668	4.216	165.1281	0.124	4.856708	18.288	8.432	23.910	936.485
WBT12	10%	2650.806	265.081	2586.152	258.615	85.344	22623.07	17.762	4708.369	0.675	178.9297	18.288	10.475	6.773	1795.441
WBT9	10%	577.846	57.785	563.753	56.375	103.632	5988.375	-16.782	-969.7479	0.124	7.16534	18.288	12.435	51.980	3003.629
WBT10	10%	577.846	57.785	563.753	56.375	103.632	5988.375	16.782	969.7479	0.124	7.16534	18.288	12.435	51.980	3003.629
WBT5	10%	1199.548	119.955	1170.291	117.029	137.043	16438.99	-17.72	-2125.603	0.311	37.30601	18.288	10.561	15.339	1840.025
WBT7	10%	390.297	39.03	380.777	38.078	136.874	5342.192	-4.216	-164.5505	0.131	5.11293	18.288	8.432	23.994	936.484
WBT8	10%	390.297	39.03	380.777	38.078	136.874	5342.192	4.216	164.5505	0.131	5.11293	18.288	8.432	23.994	936.484
WBT6	10%	1199.548	119.955	1170.291	117.029	137.043	16438.99	17.72	2125.603	0.311	37.30601	18.288	10.561	15.339	1840.025
WBT1	10%	501.271	50.127	471.713	47.171	148.245	7431.077	-17.72	-888.2504	0.967	48.47281	21.336	10.561	44.399	1212.25
WBT3	10%	91.831	9.183	89.591	8.959	147.502	1354.511	-4.216	-38.71553	0.474	4.352742	21.336	8.432	118.977	339.018
WBT4	10%	91.831	9.183	89.591	8.959	147.502	1354.511	4.216	38.71553	0.474	4.352742	21.336	8.432	118.977	339.018
WBT2	10%	501.271	50.127	471.713	47.171	148.245	7431.077	17.72	888.2504	0.967	48.47281	21.336	10.561	44.399	1212.25
Total Loadcase			32189.38	29086.214	2908.621	76.015	2446876	0.975	31384.65	13.45	432947.2			1.356	43657.43
FS correction							0		0		1.356				
VCG fluid							0		0	14.807	0				

Kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern*

MASS DISTRIBUTION KONDISI HALF LOAD STERN															
Item Name	Quantity	Unit Mass	Total Mass	Unit Volume	Total Volume	Long. Arm	Mx	Trans. Arm	My	Vert. Arm	Mz	Panjang	Lebar	GG1	Total FSM
		tonne	tonne	m ³	m ³	m -from AP	tonne. m	m -from CL	tonne. m	m -from Keel	tonne. m	Tank (m)	Tank (m)	m	tonne.m
Lightship	100%	282.03	28203			77.85	2195604	1.07	30177.21	14.36	404995				0
CPP2 TOPSIDE LIFTING															
Topside	100%	12.265	1226.533			-7.484	-9179.37	0	0	36.65	44952.4				0
Mec. Equipment	100%	3.745	374.462			2.284	855.2712	-2.859	-1070.59	23.491	8796.49				0
Mec. Crane Pedestal	100%	0.438	43.813			1.039	45.52171	17.137	750.8234	37.924	1661.56				0
Piping Bulk	100%	2.842	284.24			-0.379	-107.727	-4.373	-1242.98	18.327	5209.27				0
Piping Support	100%	0.871	87.142			-0.23	-20.0427	-3.253	-283.473	18.202	1586.16				0
Electrical	100%	0.113	11.281			1.684	18.9972	1.692	19.08745	18.701	210.966				0
Instrument and Telecommunicatio	100%	0.746	74.601			-0.935	-69.7519	-1.068	-79.6739	20.974	1564.68				0
E&I Building	100%	1.598	159.781			6.355	1015.408	12.731	2034.172	31.4	5017.12				0
Safety	100%	0.109	10.925			0.003	0.032775	-1.028	-11.2309	16.146	176.395				0
Installation Aids	100%	0.007	0.69			-0.711	-0.49059	11.144	7.68936	29.413	20.295				0
TANK CAPACITY															
WBT13	50%	391.672	195.836	382.119	191.059	85.344	16713.43	-4.216	-825.645	0.619	121.222	18.288	8.432	4.782	936.485
FWT3	50%	872.637	436.318	872.637	436.318	99.822	43554.14	-17.805	-7768.64	5.234	2283.69	7.620	10.391	1.633	712.436
FWT4	50%	1047.16	523.582	1047.164	523.582	99.06	51866.03	17.805	9322.378	5.234	2740.43	9.144	10.391	1.633	854.923
FWT1	50%	412.775	206.388	412.775	206.388	108.204	22332.01	-18.443	-3806.41	9.785	2019.51	9.144	9.114	2.795	576.875
FWT2	50%	412.775	206.388	412.775	206.388	108.204	22332.01	18.443	3806.414	9.785	2019.51	9.144	9.114	2.795	576.875
HFOST	50%	35.534	17.767	37.63	18.815	126.492	2247.383	-19.466	-345.852	10.085	179.18	3.048	4.514	1.242	22.061
HFOS1	50%	25.482	12.741	26.985	13.492	126.492	1611.635	-15.59	-198.632	10.085	128.493	3.048	3.237	0.639	8.135
HFOS2	50%	26.812	13.406	28.393	14.197	126.492	1695.752	-12.269	-164.478	10.085	135.2	3.048	3.406	0.707	9.477
HFOT3	50%	1106.69	553.346	1171.971	585.985	67.056	37105.17	-5.28	-2921.67	3.995	2210.62	18.288	10.561	3.063	1695.157
HFOT4	50%	1106.69	553.346	1171.971	585.985	67.056	37105.17	5.28	2921.667	3.995	2210.62	18.288	10.561	3.063	1695.157
HFOT1	50%	1106.69	553.346	1171.971	585.985	85.344	47224.76	-5.28	-2921.67	3.995	2210.62	18.288	10.561	3.063	1695.158
HFOT2	50%	1106.69	553.346	1171.971	585.985	85.344	47224.76	5.28	2921.667	3.995	2210.62	18.288	10.561	3.063	1695.158

Kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern* (lanjutan)

MASS DISTRIBUTION KONDISI HALF LOAD STERN															
Item Name	Quantity	Unit Mass	Total Mass	Unit Volume	Total Volume	Long. Arm	Mx	Trans. Arm	My	Vert. Arm	Mz	Panjang	Lebar	GGI	Total FSM
		tonne	tonne	m³	m³	m -from AP	tonne. m	m -from CL	tonne. m	m -from Keel	tonne. m	Tank (m)	Tank (m)	m	tonne.m
WBT19	50%	1801.91	900.953	1757.956	878.978	44.196	39818.52	-17.72	-15964.9	1.517	1366.75	27.432	10.561	3.063	2760.039
WBT20	50%	2122.33	1061.164	2070.563	1035.282	44.196	46899.2	16.78	17806.33	1.517	1609.79	27.432	12.439	4.250	4509.792
WBT15	50%	2672.57	1336.284	2607.384	1303.692	67.056	89605.86	-17.72	-23679	3.375	4509.96	18.288	10.561	1.377	1840.026
WBT17	50%	391.671	195.836	382.119	191.059	67.056	13131.98	-4.216	-825.645	0.619	121.222	18.288	8.432	4.782	936.485
WBT18	50%	391.671	195.836	382.119	191.059	67.056	13131.98	4.216	825.6446	0.619	121.222	18.288	8.432	4.782	936.485
WBT16	50%	3147.82	1573.908	3071.04	1535.52	67.056	105540	16.78	26410.18	3.375	5311.94	18.288	12.439	1.910	3006.528
WBT11	50%	2650.81	1325.403	2586.152	1293.076	85.344	113115.2	-17.762	-23541.8	3.375	4473.24	18.288	10.475	1.355	1795.441
WBT14	50%	391.672	195.836	382.119	191.059	85.344	16713.43	4.216	825.6446	0.619	121.222	18.288	8.432	4.782	936.485
WBT12	50%	2650.81	1325.403	2586.152	1293.076	85.344	113115.2	17.762	23541.81	3.375	4473.24	18.288	10.475	1.355	1795.441
WBT9	50%	577.846	288.923	563.753	281.876	103.632	29941.67	-16.782	-4848.71	0.62	179.132	18.288	12.435	10.396	3003.629
WBT10	50%	577.846	288.923	563.753	281.876	103.632	29941.67	16.782	4848.706	0.62	179.132	18.288	12.435	10.396	3003.629
WBT5	50%	1199.55	599.774	1170.291	585.145	137.137	82251.21	-17.72	-10628	1.523	913.456	18.288	10.561	3.068	1840.025
WBT7	50%	390.297	195.148	380.777	190.389	137.103	26755.38	-4.216	-822.744	0.626	122.163	18.288	8.432	4.799	936.484
WBT8	50%	390.297	195.148	380.777	190.389	137.103	26755.38	4.216	822.744	0.626	122.163	18.288	8.432	4.799	936.484
WBT6	50%	1199.55	599.774	1170.291	585.145	137.137	82251.21	17.72	10628	1.523	913.456	18.288	10.561	3.068	1840.025
WBT1	50%	501.271	250.635	489.045	244.522	149.845	37556.4	-17.72	-4441.25	2.501	626.838	21.336	10.561	8.565	1212.25
WBT3	50%	91.831	45.915	89.591	44.796	148.332	6810.664	-4.216	-193.578	1.05	48.2108	21.336	8.432	23.795	339.018
WBT4	50%	91.831	45.915	89.591	44.796	148.332	6810.664	4.216	193.5776	1.05	48.2108	21.336	8.432	23.795	339.018
WBT2	50%	501.271	250.635	489.045	244.522	149.845	37556.4	17.72	4441.252	2.501	626.838	21.336	10.561	8.565	1212.25
Total Loadcase			45173.69		14560.439	76.081	3436860	0.791	35732.39	11.479	518549			0.966	43657.43
FS correction							0		0	0.966	0				
VCG fluid							0		0	12.445	0				

Kondisi Full Load dengan beban angkut pada posisi Stern

MASS DISTRIBUTION KONDISI FULL LOAD STERN										
Item Name	Quantity	Unit Mass	Total Mass	Long. Arm	Mx	Trans. Arm	My	Vert. Arm	Mz	Total FSM
		tonne	tonne	m - from AP	tonne. m	m - from CL	tonne. m	m - from Keel	tonne. m	tonne.m
Lightship	100%	282.03	28203	77.85	2195604	1.07	30177.21	14.36	404995.1	0
									0	
CPP2 TOPSIDE LIFTING									0	
Topside	100%	12.265	1226.533	-7.484	-9179.37	0	0	36.65	44952.43	0
Mec. Equipment	100%	3.745	374.462	2.284	855.2712	-2.859	-1070.587	23.491	8796.487	0
Mec. Crane Pedestal	100%	0.438	43.813	1.039	45.52171	17.137	750.8234	37.924	1661.564	0
Piping Bulk	100%	2.842	284.24	-0.379	-107.727	-4.373	-1242.982	18.327	5209.266	0
Piping Support	100%	0.871	87.142	-0.23	-20.0427	-3.253	-283.4729	18.202	1586.159	0
Electrical	100%	0.113	11.281	1.684	18.9972	1.692	19.08745	18.701	210.966	0
Instrument and Telecommunicatio	100%	0.746	74.601	-0.935	-69.7519	-1.068	-79.67387	20.974	1564.681	0
E&I Building	100%	1.598	159.781	6.355	1015.408	12.731	2034.172	31.4	5017.123	0
Safety	100%	0.109	10.925	0.003	0.032775	-1.028	-11.2309	16.146	176.3951	0
Installation Aids	100%	0.007	0.69	-0.711	-0.49059	11.144	7.68936	29.413	20.29497	0
							0		0	
TANK CAPACITY							0		0	
WBT13	100%	391.672	391.672	85.344	33426.86	-4.216	-1651.289	1.239	485.2816	0
FWT3	100%	872.637	872.637	99.822	87108.37	-17.805	-15537.3	7.99	6972.37	0
FWT4	100%	1047.164	1047.164	99.06	103732.1	17.805	18644.76	7.99	8366.84	0
FWT1	100%	412.775	412.775	108.204	44663.91	-18.443	-7612.809	11.023	4550.019	0
FWT2	100%	412.775	412.775	108.204	44663.91	18.443	7612.809	11.023	4550.019	0
HFOST	100%	35.534	35.534	126.492	4494.767	-19.466	-691.7048	10.768	382.6301	0
HFOS1	100%	25.482	25.482	126.492	3223.269	-15.59	-397.2644	10.768	274.3902	0
HFOS2	100%	26.812	26.812	126.492	3391.504	-12.269	-328.9564	10.768	288.7116	0
HFOT3	100%	1106.692	1106.692	67.056	74210.34	-5.28	-5843.334	5.512	6100.086	0
HFOT4	100%	1106.692	1106.692	67.056	74210.34	5.28	5843.334	5.512	6100.086	0
HFOT1	100%	1106.692	1106.692	85.344	94449.52	-5.28	-5843.334	5.512	6100.086	0
HFOT2	100%	1106.692	1106.692	85.344	94449.52	5.28	5843.334	5.512	6100.086	0

Kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern* (lanjutan)

[illegible]

Kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Port*

MASS DISTRIBUTION KONDISI HALF LOAD PORT															
Item Name	Quantity	Unit Mass	Total Mass	Unit Volume	Total Volume	Long. Arm	Mx	Trans. Arm	My	Vert. Arm	Mz	Panjang	Lebar	GGI	Total FSM
		tonne	tonne	m³	m³	m -from AP	tonne. m	m -from CL	tonne. m	m -from Keel	tonne. m	Tank (m)	Tank (m)	m	tonne.m
Lightship	100%	282.03	28203			77.85	2195604	1.07	30177.21	14.36	404995.1				0
CPP2 TOPSIDE LIFTING															
Topside	100%	12.265	1226.533			24.004	29441.7	35.222	43200.95	36.55	44829.78				0
Mec. Equipment	100%	3.745	374.462			-2.859	-1070.59	2.284	855.2712	23.491	8796.487				0
Mec. Crane Pedestal	100%	0.438	43.813			17.137	750.8234	1.039	45.52171	37.924	1661.564				0
Piping Bulk	100%	2.842	284.24			-4.373	-1242.98	-0.379	-107.727	18.327	5209.266				0
Piping Support	100%	0.871	87.142			-3.253	-283.473	-0.23	-20.04266	18.202	1586.159				0
Electrical	100%	0.113	11.281			1.692	19.08745	1.684	18.9972	18.701	210.966				0
Instrument and Telecommunicatio	100%	0.746	74.601			-1.068	-79.6739	-0.935	-69.75194	20.974	1564.681				0
E&I Building	100%	1.598	159.781			12.731	2034.172	6.355	1015.408	31.4	5017.123				0
Safety	100%	0.109	10.925			-1.028	-11.2309	0.003	0.032775	16.146	176.3951				0
Installation Aids	100%	0.007	0.69			11.144	7.68936	-0.711	-0.49059	29.413	20.29497				0
TANK CAPACITY															
WBT13	50%	391.672	195.836	382.119	191.059	85.344	16713.43	-4.216	-825.6446	0.619	121.2225	18.288	8.432	4.782	936.485
FWT3	50%	872.637	436.318	872.637	436.318	99.822	43554.14	-17.805	-7768.642	5.234	2283.688	7.620	10.391	1.633	712.436
FWT4	50%	1047.164	523.582	1047.164	523.582	99.06	51866.03	17.805	9322.378	5.234	2740.428	9.144	10.391	1.633	854.923
FWT1	50%	412.775	206.388	412.775	206.388	108.204	22332.01	-18.443	-3806.414	9.785	2019.507	9.144	9.114	2.795	576.875
FWT2	50%	412.775	206.388	412.775	206.388	108.204	22332.01	18.443	3806.414	9.785	2019.507	9.144	9.114	2.795	576.875
HFOT	50%	35.534	17.767	37.63	18.815	126.492	2247.383	-19.466	-345.8524	10.085	179.1802	3.048	4.514	1.242	22.061
HFOS1	50%	25.482	12.741	26.985	13.492	126.492	1611.635	-15.59	-198.6322	10.085	128.493	3.048	3.237	0.639	8.135
HFOS2	50%	26.812	13.406	28.393	14.197	126.492	1695.752	-12.269	-164.4782	10.085	135.1995	3.048	3.406	0.707	9.477
HFOT3	50%	1106.692	553.346	1171.971	585.985	67.056	37105.17	-5.28	-2921.667	3.995	2210.617	18.288	10.561	3.063	1695.157
HFOT4	50%	1106.692	553.346	1171.971	585.985	67.056	37105.17	5.28	2921.667	3.995	2210.617	18.288	10.561	3.063	1695.157
HFOT1	50%	1106.692	553.346	1171.971	585.985	85.344	47224.76	-5.28	-2921.667	3.995	2210.617	18.288	10.561	3.063	1695.158
HFOT2	50%	1106.692	553.346	1171.971	585.985	85.344	47224.76	5.28	2921.667	3.995	2210.617	18.288	10.561	3.063	1695.158

Kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Port* (lanjutan)

MASS DISTRIBUTION KONDISI HALF LOAD PORT															
Item Name	Quantity	Unit Mass	Total Mass	Unit Volume	Total Volume	Long. Arm	Mx	Trans. Arm	My	Vert. Arm	Mz	Panjang	Lebar	GGI	Total FSM
		tonne	tonne	m^3	m^3	m -from AP	tonne. m	m -from CL	tonne. m	m -from Keel	tonne. m	Tank (m)	Tank (m)	m	tonne.m
WBT19	50%	1801.905	900.953	1757.956	878.978	44.196	39818.52	-17.72	-15964.89	1.517	1366.746	27.432	10.561	3.063	2760.039
WBT20	50%	2122.327	1061.164	2070.563	1035.282	44.196	46899.2	16.78	17806.33	1.517	1609.786	27.432	12.439	4.250	4509.792
WBT15	50%	2672.568	1336.284	2607.384	1303.692	67.056	89605.86	-17.72	-23678.95	3.375	4509.959	18.288	10.561	1.377	1840.026
WBT17	50%	391.671	195.836	382.119	191.059	67.056	13131.98	-4.216	-825.6446	0.619	121.2225	18.288	8.432	4.782	936.485
WBT18	50%	391.671	195.836	382.119	191.059	67.056	13131.98	4.216	825.6446	0.619	121.2225	18.288	8.432	4.782	936.485
WBT16	50%	3147.816	1573.908	3071.04	1535.52	67.056	105540	16.78	26410.18	3.375	5311.94	18.288	12.439	1.910	3006.528
WBT11	50%	2650.806	1325.403	2586.152	1293.076	85.344	113115.2	-17.762	-23541.81	3.375	4473.235	18.288	10.475	1.355	1795.441
WBT14	50%	391.672	195.836	382.119	191.059	85.344	16713.43	4.216	825.6446	0.619	121.2225	18.288	8.432	4.782	936.485
WBT12	50%	2650.806	1325.403	2586.152	1293.076	85.344	113115.2	17.762	23541.81	3.375	4473.235	18.288	10.475	1.355	1795.441
WBT9	50%	577.846	288.923	563.753	281.876	103.632	29941.67	-16.782	-4848.706	0.62	179.1323	18.288	12.435	10.396	3003.629
WBT10	50%	577.846	288.923	563.753	281.876	103.632	29941.67	16.782	4848.706	0.62	179.1323	18.288	12.435	10.396	3003.629
WBT5	50%	1199.548	599.774	1170.291	585.145	137.137	82251.21	-17.72	-10628	1.523	913.4558	18.288	10.561	3.068	1840.025
WBT7	50%	390.297	195.148	380.777	190.389	137.103	26755.38	-4.216	-822.744	0.626	122.1626	18.288	8.432	4.799	936.484
WBT8	50%	390.297	195.148	380.777	190.389	137.103	26755.38	4.216	822.744	0.626	122.1626	18.288	8.432	4.799	936.484
WBT6	50%	1199.548	599.774	1170.291	585.145	137.137	82251.21	17.72	10628	1.523	913.4558	18.288	10.561	3.068	1840.025
WBT1	50%	500.02	250.01	489.045	244.522	149.897	37475.75	-17.72	-4430.177	2.5	625.025	21.336	10.561	8.565	1229.215
WBT3	50%	90.914	45.457	89.591	44.796	148.708	6759.82	-4.216	-191.6467	1.046	47.54802	21.336	8.432	23.795	304.211
WBT4	50%	90.914	45.457	89.591	44.796	148.708	6759.82	4.216	191.6467	1.046	47.54802	21.336	8.432	23.795	304.211
WBT2	50%	500.02	250.01	489.045	244.522	149.897	37475.75	17.72	4430.177	2.5	625.025	21.336	10.561	8.565	1229.215
Total Loadcase			45171.524		14560.439	76.898	3473600	1.783	80540.83	11.477	518433.6			0.966	43621.748
FS correction							0		0	0.966	0				
VCG fluid							0		0	12.442	0				

Kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Port*

MASS DISTRIBUTION KONDISI FULL LOAD PORT										
Item Name	Quantity	Unit Mass	Total Mass	Long. Arm	Mx	Trans. Arm	My	Vert. Arm	Mz	Total FSM
		tonne	tonne	m -from AP	tonne. m	m -from CL	tonne. m	m -from Keel	tonne. m	tonne.m
Lightship	100%	282.03	28203	77.85	2195603.6	1.07	30177.21	14.36	404995.08	0
CPP2 TOPSIDE LIFTING										
Topside	100%	12.265	1226.533	24.004	29441.698	35.222	43200.9453	36.55	44829.781	0
Mec. Equipment	100%	3.745	374.462	-2.859	-1070.587	2.284	855.271208	23.491	8796.4868	0
Mec. Crane Pedestal	100%	0.438	43.813	17.137	750.82338	1.039	45.521707	37.924	1661.5642	0
Piping Bulk	100%	2.842	284.24	-4.373	-1242.982	-0.379	-107.72696	18.327	5209.2665	0
Piping Support	100%	0.871	87.142	-3.253	-283.4729	-0.23	-20.04266	18.202	1586.1587	0
Electrical	100%	0.113	11.281	1.692	19.087452	1.684	18.997204	18.701	210.96598	0
Instrument and Telecommunicatio	100%	0.746	74.601	-1.068	-79.67387	-0.935	-69.751935	20.974	1564.6814	0
E&I Building	100%	1.598	159.781	12.731	2034.1719	6.355	1015.40826	31.4	5017.1234	0
Safety	100%	0.109	10.925	-1.028	-11.2309	0.003	0.032775	16.146	176.39505	0
Installation Aids	100%	0.007	0.69	11.144	7.68936	-0.711	-0.49059	29.413	20.29497	0
TANK CAPACITY										
WBT13	100%	391.672	391.672	85.344	33426.855	-4.216	-1651.2892	1.239	485.28161	0
FWT3	100%	872.637	872.637	99.822	87108.371	-17.805	-15537.302	7.99	6972.3696	0
FWT4	100%	1047.164	1047.164	99.06	103732.07	17.805	18644.755	7.99	8366.8404	0
FWT1	100%	412.775	412.775	108.204	44663.906	-18.443	-7612.8093	11.023	4550.0188	0
FWT2	100%	412.775	412.775	108.204	44663.906	18.443	7612.80933	11.023	4550.0188	0
HFOST	100%	35.534	35.534	126.492	4494.7667	-19.466	-691.70484	10.768	382.63011	0
HFOS1	100%	25.482	25.482	126.492	3223.2691	-15.59	-397.26438	10.768	274.39018	0
HFOS2	100%	26.812	26.812	126.492	3391.5035	-12.269	-328.95643	10.768	288.71162	0
HFOT3	100%	1106.692	1106.692	67.056	74210.339	-5.28	-5843.3338	5.512	6100.0863	0
HFOT4	100%	1106.692	1106.692	67.056	74210.339	5.28	5843.33376	5.512	6100.0863	0
HFOT1	100%	1106.692	1106.692	85.344	94449.522	-5.28	-5843.3338	5.512	6100.0863	0
HFOT2	100%	1106.692	1106.692	85.344	94449.522	5.28	5843.33376	5.512	6100.0863	0

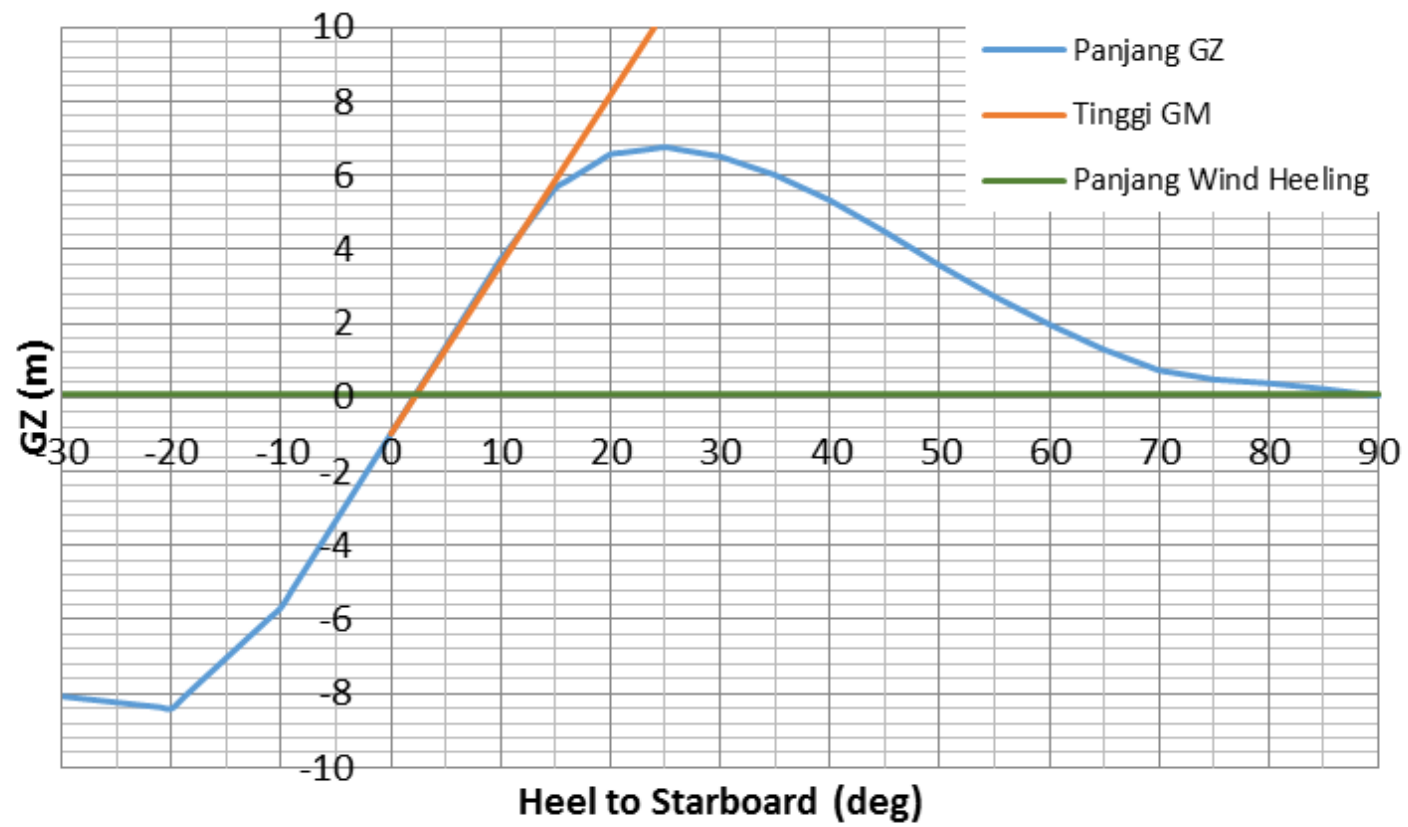
Kondisi Full Load dengan beban angkut pada posisi Port (lanjutan)

MASS DISTRIBUTION KONDISI FULL LOAD PORT										
Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m -from AP	Mx tonne. m	Trans. Arm m -from CL	My tonne. m	Vert. Arm m -from Keel	Mz tonne. m	Total FSM tonne.m
WBT19	100%	1801.905	1801.905	44.196	79636.993	-17.72	-31929.757	3.034	5466.9798	0
WBT20	100%	2122.327	2122.327	44.196	93798.364	16.78	35612.6471	3.034	6439.1401	0
WBT15	100%	2672.568	2672.568	67.056	179211.72	-17.72	-47357.905	6.75	18039.834	0
WBT17	100%	391.671	391.671	67.056	26263.891	-4.216	-1651.2849	1.239	485.28037	0
WBT18	100%	391.671	391.671	67.056	26263.891	4.216	1651.28494	1.239	485.28037	0
WBT16	100%	3147.816	3147.816	67.056	211079.95	16.78	52820.3525	6.75	21247.758	0
WBT11	100%	2650.806	2650.806	85.344	226230.39	-17.762	-47083.616	6.75	17892.941	0
WBT14	100%	391.672	391.672	85.344	33426.855	4.216	1651.28915	1.239	485.28161	0
WBT12	100%	2650.806	2650.806	85.344	226230.39	17.762	47083.6162	6.75	17892.941	0
WBT9	100%	577.846	577.846	103.632	59883.337	-16.782	-9697.4116	1.24	716.52904	0
WBT10	100%	577.846	577.846	103.632	59883.337	16.782	9697.41157	1.24	716.52904	0
WBT5	100%	1199.548	1199.548	137.148	164515.61	-17.72	-21255.991	3.038	3644.2268	0
WBT7	100%	390.297	390.297	137.131	53521.818	-4.216	-1645.4922	1.243	485.13917	0
WBT8	100%	390.297	390.297	137.131	53521.818	4.216	1645.49215	1.243	485.13917	0
WBT6	100%	1199.548	1199.548	137.148	164515.61	17.72	21255.9906	3.038	3644.2268	0
WBT1	100%	500.02	500.02	150.956	75481.019	-17.72	-8860.3544	3.799	1899.576	0
WBT3	100%	90.914	90.914	149.032	13549.095	-4.216	-383.29342	1.54	140.00756	0
WBT4	100%	90.914	90.914	149.032	13549.095	4.216	383.293424	1.54	140.00756	0
WBT2	100%	500.02	500.02	150.956	75481.019	17.72	8860.3544	3.799	1899.576	0
Total Loadcase			59866.579	78.896	4723233.6	1.436	85968.4074	10.466	626563.62	0
FS correction					0		0	0	0	
VCG fluid					0		0	10.466	0	

Tabel KG – KM – BM - GM

Kondisi	Total Mass (tonne)	LCG (m) - from AP	TCG (m) - from CL	VCG (m) - from Keel	KML (m) - from Keel	BML (m) - from Keel	KMt (m) - from Keel	BMt (m) - from AP	GM (m) - from Keel
Light Load	32189.38	76.015	0.975	14.807	444.398	441.903	42.063	39.567	27.571
Half Load Stern	45173.692	76.081	0.791	12.445	361.01	357.587	32.847	29.424	19.895
Full Load Stern	59870.915	78.282	0.687	10.467	290.33	285.879	27.046	22.595	16.481
Half Load Port	45171.524	76.898	1.783	12.442	360.681	357.258	32.82	29.397	19.924
Full Load Port	59866.579	78.896	1.436	10.466	290.13	285.68	27.029	22.579	16.543

LAMPIRAN V GRAFIK STABILITAS



Grafik Stabilitas Kondisi *Light Load*

Tabel Stabilitas Kondisi *Light Load*

Heel to Starboard (deg)	-30	-20	-10	0	5	10	15	20	25	30	35
GZ m	-8.073	-8.402	-5.664	-0.975	1.383	3.743	5.665	6.57	6.763	6.509	6.009
Area under GZ curve from zero heel m.deg	190.767	106.819	33.8304	-1.3533	1.0819	13.9333	37.8033	68.7765	102.34	135.657	167.034
Displacement t	32190	32191	32189	32189	32189	32189	32190	32190	32190	32190	32190
Draft at FP m	0.123	2.479	3.488	3.527	3.518	3.487	3.178	2.482	1.469	0.206	-1.295
Draft at AP m	4.537	5.476	5.897	6.014	5.974	5.898	5.799	5.474	4.971	4.321	3.454
WL Length m	172.527	168.564	162.169	155.384	158.778	162.167	164.95	168.567	169.905	172.521	172.53
Beam max extents on WL m	30.251	39.471	46.71	46	46.176	46.71	47.623	39.471	35.363	33.061	29.29
Wetted Area m ²	6969.23	7248.96	8278.9	8456.39	8350.52	8278.92	7739.51	7248.75	6941.54	6819.55	6743.33
Waterpl. Area m ²	4230.53	5535.53	6923.63	7088.64	6978.39	6923.6	6264.63	5535.57	4936.12	4534.18	4282.2
Prismatic coeff. (Cp)	0.683	0.665	0.659	0.678	0.667	0.659	0.659	0.665	0.676	0.673	0.68
Block coeff. (Cb)	0.384	0.352	0.403	0.678	0.508	0.403	0.333	0.352	0.359	0.354	0.382
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	75.661	75.779	75.845	75.835	75.838	75.839	75.821	75.789	75.745	75.696	75.659
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	82.368	78.656	78.898	77.04	78.584	78.896	77.984	78.661	79.867	79.698	79.914
Max deck inclination deg	30.0254	20.0218	10.032	0.8433	5.0682	10.032	15.024	20.0218	25.0217	30.022	35.0217
Trim angle (+ve by stern) deg	1.496	1.016	0.8167	0.8433	0.8326	0.8175	0.8885	1.0143	1.1872	1.3946	1.6097

Tabel Stabilitas Kondisi *Light Load* (lanjutan)

Heel to Starboard (deg)	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
GZ m	5.326	4.48	3.568	2.728	1.974	1.291	0.734	0.487	0.386	0.232	0.047
Area under GZ curve from zero heel m.deg	195.445	220.013	240.127	255.828	267.553	275.687	280.651	283.591	285.768	287.341	288.044
Displacement t	32189	32189	32189	32189	32189	32189	32189	32189	32189	32189	32189
Draft at FP m	-3.142	-5.455	-8.274	-11.59	-15.684	-20.908	-28.121	-40.075	-64.51	-137.21	n/a
Draft at AP m	2.42	1.275	-0.15	-2.367	-5.739	-10.975	-19.508	-34.432	-64.026	-151.77	n/a
WL Length m	172.541	197.22	197.236	197.238	197.227	197.203	197.172	197.15	197.143	197.148	197.166
Beam max extents on WL m	28.303	30.589	32.731	35.195	38.121	41.731	46.49	47.127	45.597	44.105	42.713
Wetted Area m ²	6750.77	6828.63	7071.33	7287.69	7441.94	7557.39	7688.94	7803.88	7712.68	7612.14	7492.84
Waterpl. Area m ²	4009.45	3716.45	3532.05	3443.7	3382.23	3340.88	3433.97	3641.45	3651.78	3622.5	3643.94
Prismatic coeff. (Cp)	0.69	0.612	0.623	0.644	0.673	0.712	0.668	0.61	0.566	0.529	0.496
Block coeff. (Cb)	0.382	0.301	0.277	0.259	0.244	0.233	0.224	0.243	0.28	0.307	0.329
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	75.62	75.565	75.505	75.492	75.516	75.573	75.714	75.867	76.007	76.146	76.285
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	81.419	83.23	82.922	81.73	79.323	75.651	72.514	72.157	72.22	71.831	71.406
Max deck inclination deg	40.0217	45.0227	50.0229	55.0196	60.0143	65.0082	70.0032	75.0006	80	85.0001	90
Trim angle (+ve by stern) deg	1.8851	2.2805	2.7524	3.1238	3.368	3.3639	2.9176	1.9126	0.164	-4.9259	-90

Tabel Kriteria IMO Kondisi *Light Load*

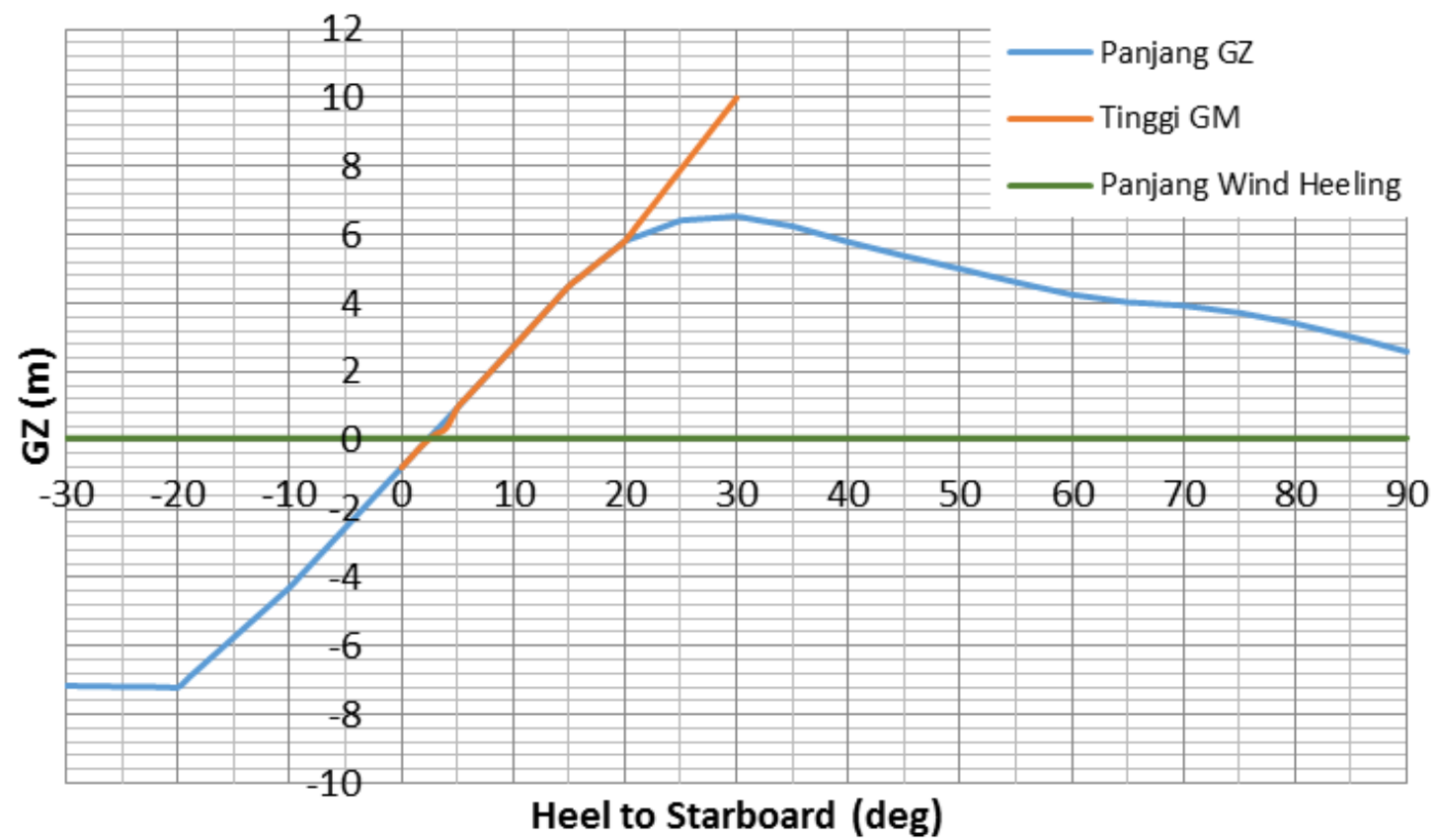
Kriteria Stabilitas Kondisi <i>Light Load</i> Stern					
Code	Criteria	Value	Unit	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	0	deg	0	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	angle of vanishing stability	90	deg		
	shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	135.6574	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	0	deg	0	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	90	deg		
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	195.4454	Pass
	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	90	deg		
	shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	59.788	Pass
	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	to the lesser of				
	spec. heel angle	90	deg	90	
	angle of max. GZ	24.1	deg		
	shall not be less than (\geq)	0.2	m	6.509	Pass
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	30	

Tabel Kriteria IMO Kondisi *Light Load* (lanjutan)

Kriteria Stabilitas Kondisi Light Load Stern					
Code	Criteria	Value	Unit	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Fail
	shall not be less than (\geq)	25	deg	24.1	Fail
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass
	spec. heel angle	0	deg		
	shall not be less than (\geq)	0.15	m	27.571	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium				Pass
	Turn arm: $a \cdot v^2 / (R \cdot g) \cdot h \cdot \cos^n(\phi)$				
	constant: $a =$	0.9996			
	vessel speed: $v =$	0	kn		
	turn radius, R , as percentage of L_{wl}	510	%		
	$h = KG - \text{mean draft} / 2$	11.065	m		
	cosine power: $n =$	0			
	shall not be greater than (\leq)	10	deg	2	Pass
	Intermediate values				
	Heel arm amplitude		m	0	
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass
	Wind arm: $a \cdot v^2 \cdot A \cdot (h - H) / (g \cdot \text{disp.}) \cdot \cos^n(\phi)$				
	constant: $a \cdot (0.5 \cdot \rho_{\text{air}} \cdot C_d) =$	0.0009997	tonne/m ³		
	wind velocity: $v =$	25.192	kn		
	area centroid height (from zero point): $h =$	24	m		
	additional area: $A =$	4876.11	m ²		
	$H = \text{vert. centre of projected lat. u'water area}$	3.144	m		
	cosine power: $n =$	0			
	gust ratio	1.5			
	Area2 integrated to the lesser of				
	roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	25.0 (-22.8)	deg	-22.8	
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:				
	spec. heel angle	50	deg	50	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability (with gust heel arm)	87.6	deg		
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:				
	angle of max. GZ	24.1	deg	24.1	
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle			

Tabel Kriteria IMO Kondisi *Light Load* (lanjutan)

Kriteria Stabilitas Kondisi <i>Light Load</i> Stern					
Code	Criteria	Value	Unit	Actual	Status
	Criteria:				Pass
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16	deg	2.2	Pass
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq)	80	%	12.43	Pass
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100	%	173.87	Pass
	Intermediate values				
	Model windage area		m ²	2627.531	
	Model windage area centroid height (from zero point)		m	30.55	
	Total windage area		m ²	7503.641	
	Total windage area centroid height (from zero point)		m	26.294	
	Heel arm amplitude		m	0.092	
	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	2.2	
	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	2.3	
	Deck edge immersion angle		deg	17.8	
	Area1 (under GZ), from 2.3 to 50.0 deg.		m.deg	241.0871	
	Area1 (under HA), from 2.3 to 50.0 deg.		m.deg	6.6085	
	Area1, from 2.3 to 50.0 deg.		m.deg	234.4786	
	Area2 (under GZ), from -22.8 to 2.3 deg.		m.deg	-131.3795	
	Area2 (under HA), from -22.8 to 2.3 deg.		m.deg	3.4785	
	Area2, from -22.8 to 2.3 deg.		m.deg	134.858	
4.5 Offshore supply vessel	4.5.6.2.4: Angle of maximum GZ				Pass
	limited by first GZ peak angle	24.1	deg	24.1	
	shall not be less than (\geq)	15	deg	24.1	Pass
4.5 Offshore supply vessel	4.5.6.2.4: Angle of maximum GZ				Pass
	limited by first GZ peak angle	24.1	deg	24.1	
	shall not be less than (\geq)	15	deg	24.1	Pass



Tabel Stabilitas Kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern*

Heel to Starboard (deg)	-30	-20	-10	0	5	10	15	20	25	30	35
GZ m	-7.165	-7.203	-4.285	-0.791	0.953	2.728	4.514	5.818	6.421	6.54	6.255
Area under GZ curve from zero heel m.deg	158.114	84.4993	25.2883	-1.0943	0.3944	9.5653	27.7518	53.8637	84.7133	117.295	149.415
Displacement t	45173	45176	45174	45174	45174	45174	45174	45174	45174	45174	45174
Draft at FP m	2.429	4.367	5.044	5.18	5.132	5.044	4.883	4.414	3.671	2.625	1.212
Draft at AP m	8.989	8.14	7.926	7.888	7.91	7.925	7.937	8.024	7.974	7.881	7.984
WL Length m	172.588	170.252	164.607	158.216	161.537	164.608	168.809	170.277	172.532	172.551	197.248
Beam max extents on WL m	35.518	41.756	46.71	46	46.176	46.71	47.623	46.284	39.752	35.513	33.928
Wetted Area m ²	8897.12	8940.73	9096.54	9124.98	9121.88	9096.53	9026.32	8734.49	8523.45	8625.37	8887.63
Waterpl. Area m ²	4404.77	6093.33	7261.45	7210.58	7229.62	7261.44	7156.76	6389.03	5704.86	4982.14	4283.41
Prismatic coeff. (Cp)	0.699	0.69	0.696	0.727	0.711	0.696	0.682	0.682	0.686	0.702	0.624
Block coeff. (Cb)	0.373	0.392	0.469	0.727	0.573	0.469	0.391	0.356	0.374	0.389	0.334
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	75.689	75.861	75.928	75.938	75.935	75.928	75.917	75.883	75.841	75.793	75.712
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	84.576	81.572	79.37	78.351	78.285	79.37	79.905	79.626	80.234	83.058	85.881
Max deck inclination deg	30.056	20.0346	10.0457	0.918	5.087	10.0457	15.0325	20.0317	25.0327	30.0359	35.044
Trim angle (+ve by stern) deg	2.2229	1.279	0.9768	0.918	0.9416	0.9767	1.0354	1.2238	1.4586	1.7811	2.2945

Tabel Stabilitas Kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern* (lanjutan)

Heel to Starboard (deg)	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
GZ m	5.795	5.387	5.01	4.618	4.255	4.037	3.937	3.727	3.413	3.025	2.593
Area under GZ curve from zero heel m.deg	179.552	207.478	233.472	257.546	279.69	300.348	320.286	339.505	357.388	373.509	387.565
Displacement t	45174	45174	45174	45173	45171	45169	45170	45171	45170	45170	45170
Draft at FP m	-0.412	-2.064	-3.859	-5.814	-8.154	-11.455	-16.571	-24.994	-41.552	-90.684	n/a
Draft at AP m	8.055	7.589	6.525	4.699	1.813	-2.699	-9.792	-21.442	-44.421	-112.69	n/a
WL Length m	197.287	197.303	197.296	197.268	197.228	197.19	197.162	197.146	197.144	197.156	197.182
Beam max extents on WL m	33.328	34.87	37.333	40.317	43.748	47.421	46.546	45.228	43.974	42.869	42.706
Wetted Area m ²	9236.6	9469.06	9603.67	9662.39	9705.51	9752.54	9686.28	9561.25	9454.91	9347.14	9234.04
Waterpl. Area m ²	3912.04	3723.3	3578.02	3477.35	3517.84	3656.51	3611.4	3499.06	3431.92	3392.51	3379.16
Prismatic coeff. (Cp)	0.631	0.647	0.672	0.704	0.691	0.645	0.605	0.573	0.544	0.519	0.496
Block coeff. (Cb)	0.322	0.299	0.277	0.259	0.245	0.236	0.257	0.285	0.312	0.33	0.34
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	75.617	75.568	75.564	75.595	75.666	75.77	75.881	76	76.127	76.258	76.393
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	84.182	81.602	78.522	75.096	73.311	72.455	72.922	73.156	73.208	73.287	73.393
Max deck inclination deg	40.0502	45.0467	50.0374	55.0255	60.0144	65.0064	70.002	75.0002	80	85.0003	90
Trim angle (+ve by stern) deg	2.8683	3.2689	3.5161	3.5596	3.375	2.9658	2.2971	1.2039	-0.9725	-7.4188	-90

Tabel Kriteria IMO Kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern*

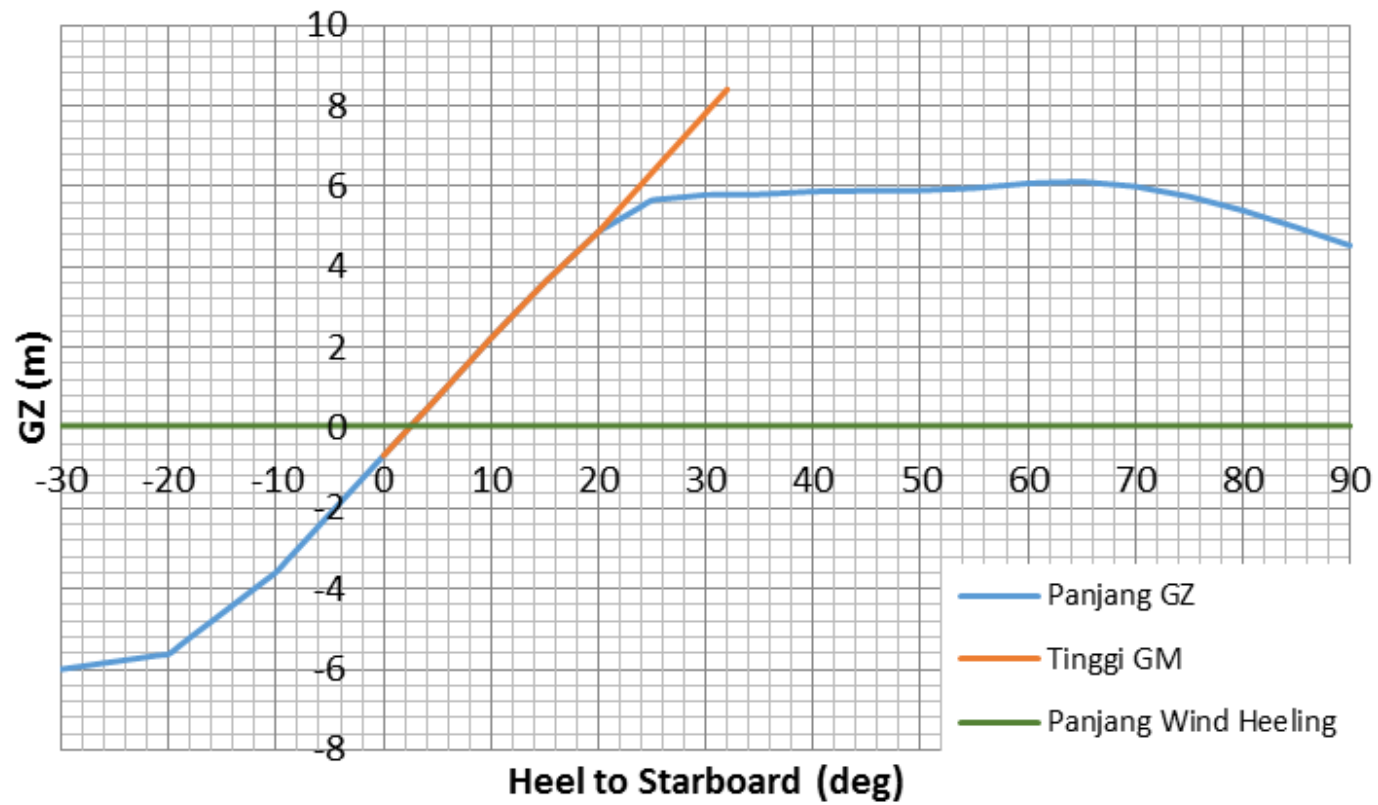
Kriteria Stabilitas Half Load dengan beban angkut pada posisi Stern					
Code	Criteria	Value	Unit	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	0	deg	0	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	angle of vanishing stability	90	deg		
	shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	117.2948	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	0	deg	0	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	90	deg		
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	179.5517	Pass
	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
	first downflooding angle	n/a	deg		
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	angle of vanishing stability	90	deg		
	shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	62.257	Pass
	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	90	deg	90	
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	angle of max. GZ	29.1	deg		
	shall not be less than (\geq)	0.2	m	6.54	Pass
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	30	

Tabel Kriteria IMO Kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern* (lanjutan)

Kriteria Stabilitas Half Load dengan beban angkut pada posisi Stern					
Code	Criteria	Value	Unit	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass
	shall not be less than (\geq)	25	deg	29.1	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass
	spec. heel angle	0	deg		
	shall not be less than (\geq)	0.15	m	19.895	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium				Pass
	Turn arm: $a \cdot v^2 / (R \cdot g) \cdot h \cdot \cos^n(\phi)$				
	constant: $a =$	0.9996			
	vessel speed: $v =$	0	kn		
	turn radius, R , as percentage of L_{wl}	510	%		
	$h = KG - \text{mean draft} / 2$	8.212	m		
	cosine power: $n =$	0			
	shall not be greater than (\leq)	10	deg	2.3	Pass
	Intermediate values				
	Heel arm amplitude		m	0	
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass
	Wind arm: $a \cdot v^2 \cdot A \cdot (h - H) / (g \cdot \text{disp.}) \cdot \cos^n(\phi)$				
	constant: $a \cdot (0.5 \cdot \rho_{\text{air}} \cdot C_d) =$	0.0009997	tonne/m ³		
	wind velocity: $v =$	25.192	kn		
	area centroid height (from zero point): $h =$	24	m		
	additional area: $A =$	4876.11	m ²		
	$H = \text{vert. centre of projected lat. u/water area}$	4.093	m		
	cosine power: $n =$	0			
	gust ratio	1.5			
	Area2 integrated to the lesser of				
	roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	25.0 (-22.5)	deg	-22.5	
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:				
	spec. heel angle	50	deg	50	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability (with gust heel arm)	90	deg		
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:				
	angle of max. GZ	29.1	deg	29.1	
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle			

Tabel Kriteria IMO Kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern* (lanjutan)

Kriteria Stabilitas Half Load dengan beban angkut pada posisi Stern					
Code	Criteria	Value	Unit	Actual	Status
	Criteria:				Pass
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16	deg	2.5	Pass
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq)	80	%	19.57	Pass
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100	%	216.01	Pass
	Intermediate values				
	Model windage area		m ²	2640.468	
	Model windage area centroid height (from zero point)		m	30.567	
	Total windage area		m ²	7516.578	
	Total windage area centroid height (from zero point)		m	26.307	
	Heel arm amplitude		m	0.063	
	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	2.5	
	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	2.5	
	Deck edge immersion angle		deg	12.6	
	Area1 (under GZ), from 2.5 to 50.0 deg.		m.deg	234.3607	
	Area1 (under HA), from 2.5 to 50.0 deg.		m.deg	4.5044	
	Area1, from 2.5 to 50.0 deg.		m.deg	229.8562	
	Area2 (under GZ), from -22.5 to 2.5 deg.		m.deg	-104.0286	
	Area2 (under HA), from -22.5 to 2.5 deg.		m.deg	2.3818	
	Area2, from -22.5 to 2.5 deg.		m.deg	106.4104	
4.5 Offshore supply vessel	4.5.6.2.4: Angle of maximum GZ				Pass
	limited by first GZ peak angle	29.1	deg	29.1	
	shall not be less than (\geq)	15	deg	29.1	Pass



Grafik Stabilitas Kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern*

Tabel Stabilitas Kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern*

Heel to Starboard (deg)	-30	-20	-10	0	5	10	15	20	25	30	35
GZ m	-5.993	-5.612	-3.582	-0.687	0.757	2.229	3.617	4.87	5.656	5.789	5.8
Area under GZ curve from zero heel m.deg	127.7787	68.8733	21.5831	-0.9513	0.1977	7.6682	22.3241	43.6475	70.2396	99.0299	127.9788
Displacement t	59870	59867	59874	59871	59871	59871	59871	59871	59871	59871	59871
Draft at FP m	6.043	7.012	7.437	7.607	7.557	7.435	7.265	7.097	6.68	5.978	5.275
Draft at AP m	12.635	10.461	9.515	9.43	9.454	9.516	9.669	9.906	10.443	11.378	12.114
WL Length m	197.255	172.522	169.261	162.227	165.251	169.259	172.5	172.51	172.527	197.218	197.251
Beam max extents on WL m	42.757	48.952	46.71	46	46.176	46.71	47.623	48.952	44.916	42.263	41.031
Wetted Area m ²	11038.461	10953.179	10024.141	9984.732	9980.154	10016.425	10214.807	10490.769	10987.047	11319.662	11551.026
Waterpl. Area m ²	4784.568	6097.324	7470.036	7445.691	7462.95	7479.001	7265.282	6917.94	5696.874	4740.587	4416.822
Prismatic coeff. (Cp)	0.636	0.744	0.748	0.784	0.768	0.748	0.734	0.738	0.749	0.652	0.653
Block coeff. (Cb)	0.309	0.383	0.532	0.784	0.64	0.532	0.451	0.393	0.387	0.326	0.313
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	78.006	78.131	78.214	78.219	78.215	78.208	78.195	78.179	78.143	78.065	77.995
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	84.666	85.46	81.22	80.925	80.831	81.143	82.071	82.665	85.119	86.413	83.339
Max deck inclination deg	30.0565	20.0289	10.0238	0.6177	5.0407	10.0239	15.0202	20.0192	25.025	30.0379	35.0449
Trim angle (+ve by stern) deg	2.2338	1.1693	0.7044	0.6177	0.6428	0.7055	0.8151	0.9522	1.2758	1.83	2.3173

Tabel Stabilitas Kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern*

Heel to Starboard (deg)	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
GZ m	5.872	5.888	5.897	5.956	6.073	6.116	5.997	5.749	5.401	4.982	4.53
Area under GZ curve from zero heel m.deg	157.1579	186.5799	216.0309	245.6311	275.702	306.2324	336.5791	365.9904	393.8998	419.8768	443.6632
Displacement t	59871	59871	59870	59869	59871	59871	59871	59871	59871	59871	59871
Draft at FP m	4.69	4.224	3.711	2.969	1.953	0.735	-1.008	-3.823	-9.324	-25.549	n/a
Draft at AP m	12.295	11.986	11.179	9.759	7.427	3.85	-1.427	-10.08	-27.184	-78.27	n/a
WL Length m	197.26	197.247	197.223	197.196	197.17	197.15	197.144	197.153	197.178	197.217	197.274
Beam max extents on WL m	39.957	41.124	42.667	44.808	47.772	47.121	45.447	44.213	43.365	42.869	42.706
Wetted Area m ²	11635.484	11667.444	11767.308	11787.578	11621.326	11520.791	11415.467	11328.323	11256.222	11238.03	11139.628
Waterpl. Area m ²	4192.348	4021.231	3986.841	4017.527	4005.797	3857.981	3723.097	3635.17	3594.436	3636.759	3651.919
Prismatic coeff. (Cp)	0.666	0.687	0.664	0.629	0.598	0.571	0.548	0.527	0.508	0.491	0.475
Block coeff. (Cb)	0.307	0.291	0.279	0.268	0.258	0.272	0.294	0.306	0.318	0.321	0.328
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	77.979	77.98	78.002	78.041	78.107	78.195	78.293	78.402	78.52	78.648	78.785
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	80.076	77.138	75.768	74.695	72.221	71.562	71.53	71.38	71.04	70.023	69.743
Max deck inclination deg	40.0405	45.0302	50.0194	55.0106	60.0043	65.0008	70	75.0007	80.0017	85.0019	90
Trim angle (+ve by stern) deg	2.5767	2.6299	2.5303	2.3009	1.8553	1.056	-0.1419	-2.1201	-6.0327	-17.3255	-90

Tabel Kriteria IMO Kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern*

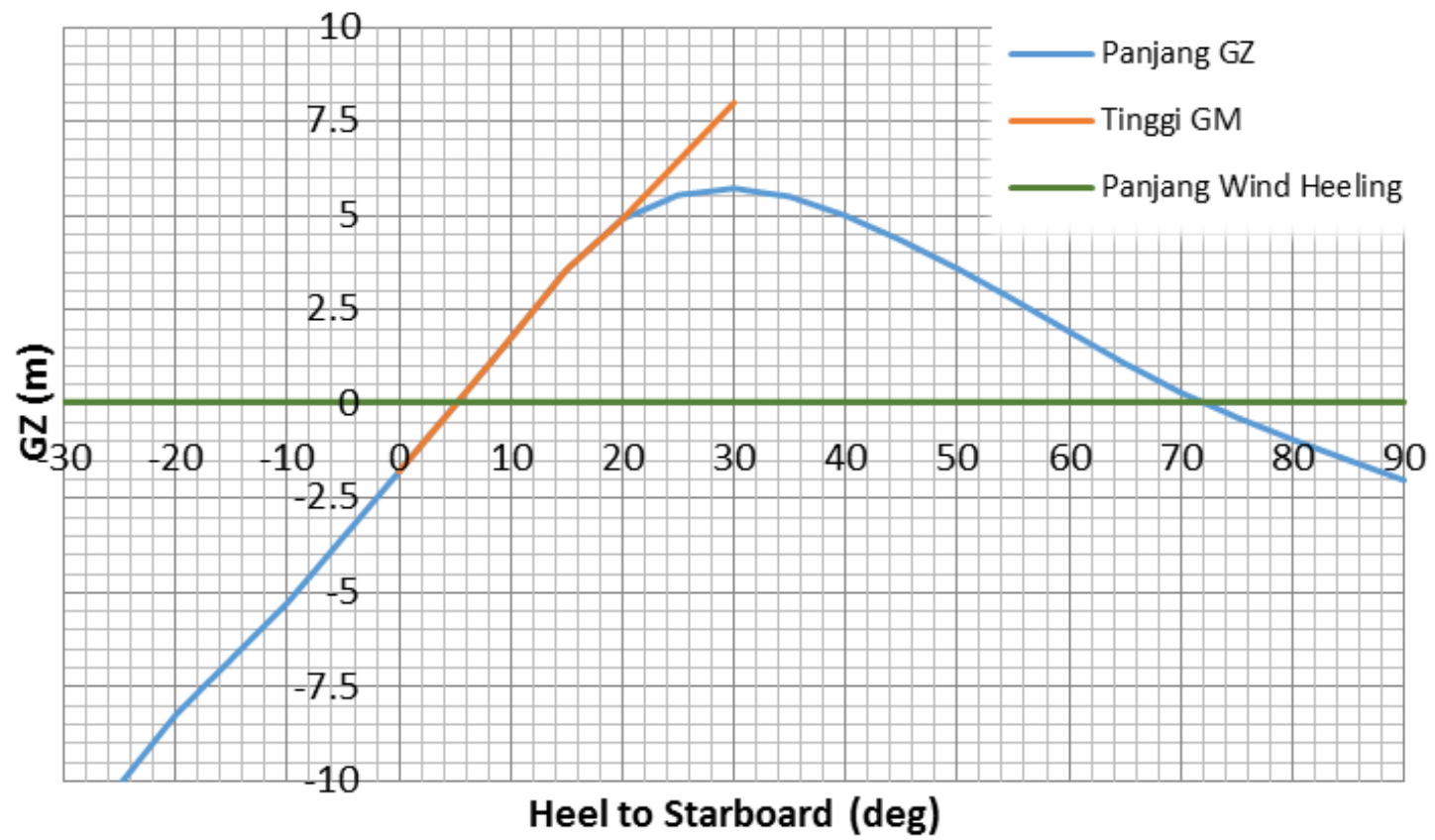
Kriteria Stabilitas Kondisi Full Load dengan beban angkut pada posisi Stern					
Code	Criteria	Value	Unit	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	0	deg	0	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	angle of vanishing stability	90	deg		
	shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	99.0299	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	0	deg	0	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	90	deg		
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	90	deg		
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	90	deg		
	angle of max. GZ	64.1	deg	64.1	
	shall not be less than (\geq)	0.2	m	6.119	Pass
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	64.1	

Tabel Kriteria IMO Kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern* (lanjutan)

Kriteria Stabilitas Kondisi Full Load dengan beban angkut pada posisi Stern					
Code	Criteria	Value	Unit	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass
	shall not be less than (\geq)	25	deg	64.1	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass
	spec. heel angle	0	deg		
	shall not be less than (\geq)	0.15	m	16.481	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium				Pass
	Turn arm: $a \cdot v^2 / (R \cdot g) \cdot h \cdot \cos^n(\phi)$				
	constant: $a =$	0.9996			
	vessel speed: $v =$	0	kn		
	turn radius, R , as percentage of Lwl	510	%		
	$h = KG - \text{mean draft} / 2$	6.208	m		
	cosine power: $n =$	0			
	shall not be greater than (\leq)	10	deg	2.4	Pass
	Intermediate values				
	Heel arm amplitude		m	0	
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass
	Wind arm: $a \cdot v^2 \cdot A \cdot (h - H) / (g \cdot \text{disp.}) \cdot \cos^n(\phi)$				
	constant: $a \cdot (0.5 \cdot \rho_{\text{air}} \cdot C_d) =$	0.0009997	tonne/m ³		
	wind velocity: $v =$	25.192	kn		
	area centroid height (from zero point): $h =$	24	m		
	additional area: $A =$	4876.11	m ²		
	$H = \text{vert. centre of projected lat. u'water area}$	4.814	m		
	cosine power: $n =$	0			
	gust ratio	1.5			
	Area2 integrated to the lesser of				
	roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	25.0 (-22.5)	deg	-22.5	
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:				
	spec. heel angle	50	deg	50	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability (with gust heel arm)	90	deg		
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:				
	angle of max. GZ	64.1	deg	64.1	
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle			

Tabel Kriteria IMO Kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Stern* (lanjutan)

Kriteria Stabilitas Kondisi Full Load dengan beban angkut pada posisi Stern					
Code	Criteria	Value	Unit	Actual	Status
	Criteria:				Pass
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16	deg	2.5	Pass
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq)	80	%	29.42	Pass
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100	%	249.38	Pass
	Intermediate values				
	Model windage area		m ²	2575.005	
	Model windage area centroid height (from zero point)		m	30.628	
	Total windage area		m ²	7451.115	
	Total windage area centroid height (from zero point)		m	26.29	
	Heel arm amplitude		m	0.046	
	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	2.5	
	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	2.6	
	Deck edge immersion angle		deg	8.5	
	Area1 (under GZ), from 2.6 to 50.0 deg.		m.deg	216.8266	
	Area1 (under HA), from 2.6 to 50.0 deg.		m.deg	3.2543	
	Area1, from 2.6 to 50.0 deg.		m.deg	213.5723	
	Area2 (under GZ), from -22.5 to 2.6 deg.		m.deg	-83.9214	
	Area2 (under HA), from -22.5 to 2.6 deg.		m.deg	1.7215	
	Area2, from -22.5 to 2.6 deg.		m.deg	85.6429	
4.5 Offshore supply vessel	4.5.6.2.4: Angle of maximum GZ				Pass
	limited by first GZ peak angle	29.1	deg	29.1	
	shall not be less than (\geq)	15	deg	29.1	Pass



Grafik Stabilitas Kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Port*

Tabel Stabilitas Kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Port*

Heel to Starboard (deg)	-30	-20	-10	0	5	10	15	20	25	30	35
GZ m	-11.928	-8.237	-5.266	-1.783	-0.03	1.754	3.572	4.914	5.549	5.725	5.506
Area under GZ curve from zero heel m.deg	203.3579	103.0986	35.6241	-2.4483	-4.4891	-0.2259	13.1665	34.6649	61.0745	89.4237	117.6483
Displacement t	45172	45170	45172	45172	45172	45172	45172	45172	45172	45172	45171
Draft at FP m	4.157	4.653	5.265	5.399	5.354	5.267	5.117	4.681	3.981	2.995	1.655
Draft at AP m	5.431	7.847	7.722	7.691	7.711	7.72	7.718	7.777	7.684	7.514	7.511
WL Length m	172.489	170.359	164.912	158.537	161.87	164.915	169.053	170.368	172.52	172.535	172.559
Beam max extents on WL m	70.534	77.871	46.71	46	46.176	46.71	47.623	46.22	39.752	35.99	34.428
Wetted Area m ²	9542.117	9040.396	9106.629	9132.855	9144.887	9106.675	9042.802	8754.956	8520.655	8590.21	8864.669
Waterpl. Area m ²	5316.87	6209.341	7270.024	7220.706	7252.691	7270.063	7186.07	6392.473	5727.787	5039.381	4313.154
Prismatic coeff. (Cp)	0.656	0.689	0.698	0.728	0.712	0.698	0.684	0.686	0.691	0.708	0.721
Block coeff. (Cb)	0.213	0.211	0.468	0.726	0.572	0.469	0.391	0.356	0.374	0.385	0.378
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	76.823	76.705	76.763	76.777	76.775	76.77	76.762	76.733	76.699	76.661	76.598
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	75.611	81.039	79.645	78.451	78.61	79.648	80.201	80.133	80.44	82.986	86.098
Max deck inclination deg	30.0021	20.0248	10.0332	0.7768	5.0628	10.0331	15.0236	20.0233	25.0242	30.0266	35.0329
Trim angle (+ve by stern) deg	0.432	1.0827	0.8328	0.7768	0.7991	0.8316	0.8816	1.0493	1.2552	1.5315	1.9846

Tabel Stabilitas Kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Port*

Heel to Starboard (deg)	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
GZ m	5.001	4.343	3.599	2.784	1.926	1.082	0.313	-0.345	-0.935	-1.48	-2.013
Area under GZ curve from zero heel m.deg	144.0059	167.4126	187.2989	203.2798	215.0606	222.5616	226.005	225.887	222.6666	216.6182	207.8848
Displacement t	45170	45168	45168	45170	45170	45170	45170	45173	45172	45167	45170
Draft at FP m	-0.063	-2.178	-4.809	-8.074	-12.256	-18.071	-26.904	-41.51	-70.284	-155.024	n/a
Draft at AP m	7.762	8.171	8.703	9.319	9.995	10.772	11.686	12.548	13.46	14.485	n/a
WL Length m	172.6	172.654	172.722	172.795	172.869	172.944	173.022	173.087	173.134	173.155	173.162
Beam max extents on WL m	33.612	33.375	30.808	28.81	30.284	32.754	35.187	39.874	39.109	38.662	38.515
Wetted Area m ²	9081.751	9208.137	9271.895	9304.038	9324.53	9369.314	9443.267	9492.442	9483.299	9449.402	9356.257
Waterpl. Area m ²	3794.74	3469.408	3237.002	3056.438	2976.082	2992.826	3090.581	3158.918	3170.283	3178.151	3163.608
Prismatic coeff. (Cp)	0.724	0.719	0.709	0.695	0.678	0.656	0.628	0.59	0.554	0.528	0.506
Block coeff. (Cb)	0.364	0.348	0.361	0.373	0.345	0.314	0.29	0.258	0.268	0.279	0.293
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	76.489	76.38	76.265	76.156	76.057	75.968	75.886	75.839	75.78	75.778	75.79
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	87.872	88.617	88.637	87.793	87.296	87.435	87.787	86.487	85.345	84.362	84.261
Max deck inclination deg	40.0429	45.0536	50.0633	55.0697	60.0714	65.0692	70.0633	75.0523	80.0372	85.019	90
Trim angle (+ve by stern) deg	2.651	3.504	4.5711	5.8762	7.5005	9.6853	12.8626	17.738	26.3595	45.0862	90

Kriteria IMO Kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Port*

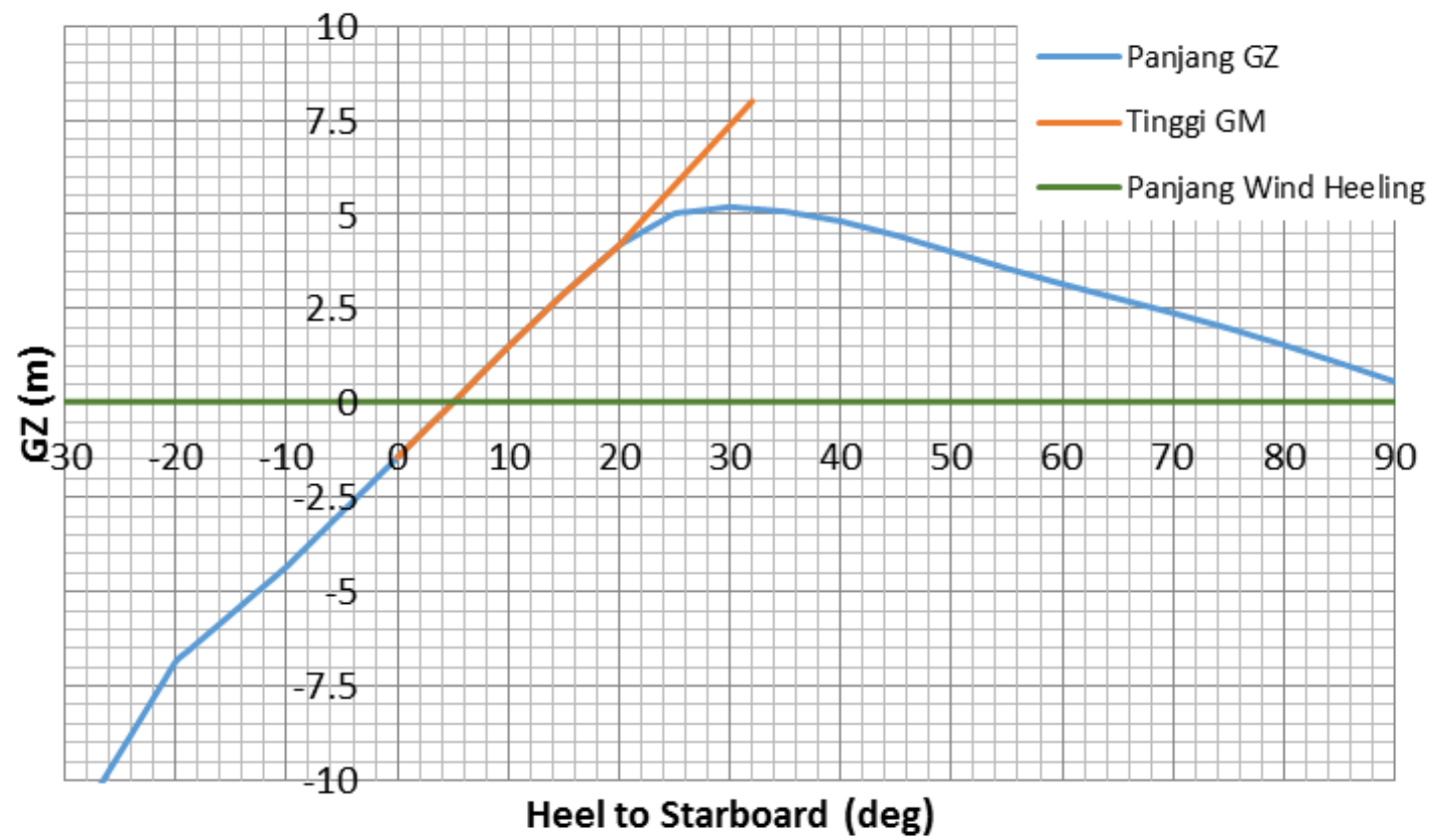
Kriteria Stabilitas Kondisi Half Load dengan beban angkut pada posisi Port					
Code	Criteria	Value	Unit	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	0	deg	0	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	angle of vanishing stability	72.3	deg		
	shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	89.4237	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	0	deg	0	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	72.3	deg		
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	144.0059	Pass
	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
	first downflooding angle	n/a	deg		
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	angle of vanishing stability	72.3	deg		
	shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	54.5822	Pass
	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	90	deg	90	
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	angle of max. GZ	29.5	deg		
	shall not be less than (\geq)	0.2	m	5.725	Pass
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	30	

Kriteria IMO Kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Port* (lanjutan)

Kriteria Stabilitas Kondisi Half Load dengan beban angkut pada posisi Port					
Code	Criteria	Value	Unit	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass
	shall not be less than (\geq)	25	deg	29.5	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass
	spec. heel angle	0	deg		
	shall not be less than (\geq)	0.15	m	19.924	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium				Pass
	Turn arm: $a \cdot v^2 / (R \cdot g) \cdot h \cdot \cos^n(\phi)$				
	constant: $a =$	0.9996			
	vessel speed: $v =$	0	kn		
	turn radius, R , as percentage of Lwl	510	%		
	$h = KG - \text{mean draft} / 2$	8.204	m		
	cosine power: $n =$	0			
	shall not be greater than (\leq)	10	deg	5.1	Pass
	Intermediate values				
	Heel arm amplitude		m	0	
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass
	Wind arm: $a \cdot v^2 \cdot A \cdot (h - H) / (g \cdot \text{disp.}) \cdot \cos^n(\phi)$				
	constant: $a \cdot (0.5 \cdot \rho_{\text{air}} \cdot C_d) =$	0.0009997	tonne/m ³		
	wind velocity: $v =$	25.192	kn		
	area centroid height (from zero point): $h =$	24	m		
	additional area: $A =$	4876.11	m ²		
	$H = \text{vert. centre of projected lat. u'water area}$	3.971	m		
	cosine power: $n =$	0			
	gust ratio	1.5			
	Area2 integrated to the lesser of				
	roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	25.0 (-19.7)	deg	-19.7	
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:				
	spec. heel angle	50	deg	50	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability (with gust heel arm)	71.6	deg		
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:				
	angle of max. GZ	29.5	deg	29.5	
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle			

Kriteria IMO Kondisi *Half Load* dengan beban angkut pada posisi *Port* (lanjutan)

Kriteria Stabilitas Kondisi Half Load dengan beban angkut pada posisi Port					
Code	Criteria	Value	Unit	Actual	Status
	Criteria:				Pass
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16	deg	5.3	Pass
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq)	80	%	41.66	Pass
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100	%	174.55	Pass
	Intermediate values				
	Model windage area		m ²	2164.86	
	Model windage area centroid height (from zero point)		m	28.576	
	Total windage area		m ²	7040.97	
	Total windage area centroid height (from zero point)		m	25.407	
	Heel arm amplitude		m	0.057	
	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	5.3	
	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	5.3	
	Deck edge immersion angle		deg	12.6	
	Area1 (under GZ), from 5.3 to 50.0 deg.		m.deg	191.7786	
	Area1 (under HA), from 5.3 to 50.0 deg.		m.deg	3.8329	
	Area1, from 5.3 to 50.0 deg.		m.deg	187.9457	
	Area2 (under GZ), from -19.7 to 5.3 deg.		m.deg	-105.5225	
	Area2 (under HA), from -19.7 to 5.3 deg.		m.deg	2.1524	
	Area2, from -19.7 to 5.3 deg.		m.deg	107.6749	
4.5 Offshore supply vessel	4.5.6.2.4: Angle of maximum GZ				Pass
	limited by first GZ peak angle	29.5	deg	29.5	
	shall not be less than (\geq)	15	deg	29.5	Pass



Tabel Stabilitas Kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Port*

Heel to Starboard (deg)	-30	-20	-10	0	5	10	15	20	25	30	35
GZ m	-11.653	-6.841	-4.33	-1.436	0.016	1.502	2.906	4.185	5.026	5.202	5.08
Area under GZ curve from zero heel m.deg	175.2354	84.3158	29.3385	-1.9728	-3.4977	0.291	11.3524	29.1785	52.4711	78.2573	104.0302
Displacement t	59868	59865	59867	59867	59867	59867	59867	59867	59867	59866	59865
Draft at FP m	8.234	7.394	7.632	7.801	7.751	7.631	7.471	7.328	6.959	6.303	5.426
Draft at AP m	7.526	9.889	9.327	9.245	9.269	9.328	9.466	9.676	10.144	11.012	12.082
WL Length m	172.491	172.506	169.455	162.514	165.518	169.454	172.495	172.503	172.517	172.544	172.586
Beam max extents on WL m	75.327	77.871	46.71	46	46.176	46.71	47.623	48.952	45.317	42.662	41.145
Wetted Area m ²	11597.791	11380.289	10019.949	10007.24	10002.601	10016.954	10220.037	10481.067	10968.412	11310.766	11342.389
Waterpl. Area m ²	5776.694	6532.734	7510.615	7468.227	7485.583	7514.649	7278.626	6960.709	5736.187	4741.816	4251.067
Prismatic coeff. (Cp)	0.687	0.731	0.749	0.785	0.769	0.749	0.736	0.741	0.755	0.755	0.744
Block coeff. (Cb)	0.231	0.245	0.531	0.783	0.639	0.531	0.451	0.393	0.384	0.37	0.353
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	78.942	78.792	78.839	78.846	78.843	78.837	78.826	78.812	78.783	78.72	78.642
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	76.419	81.823	81.321	81.172	81.075	81.286	82.151	82.612	85.21	87.019	87.593
Max deck inclination deg	30.0007	20.0151	10.0158	0.4897	5.0261	10.0159	15.0139	20.0134	25.0179	30.0289	35.0425
Trim angle (+ve by stern) deg	-0.24	0.846	0.5747	0.4897	0.5144	0.5752	0.6762	0.796	1.0798	1.5958	2.2554

Tabel Stabilitas Kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Port*

Heel to Starboard (deg)	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
GZ m	4.823	4.447	4.011	3.57	3.158	2.773	2.39	1.985	1.541	1.066	0.574
Area under GZ curve from zero heel m.deg	128.8403	152.0538	173.2099	192.1576	208.9649	223.7856	236.6975	247.6484	256.4776	263.0036	267.1066
Displacement t	59869	59867	59867	59868	59869	59868	59867	59861	59863	59864	59862
Draft at FP m	4.304	2.943	1.259	-0.994	-4.16	-8.55	-14.867	-25.005	-44.897	-103.872	n/a
Draft at AP m	13.271	14.6	16.072	17.776	19.836	22.301	25.458	30.194	39.393	66.597	n/a
WL Length m	172.64	172.702	172.77	172.845	172.929	173.007	173.068	173.11	173.14	173.159	173.168
Beam max extents on WL m	36.715	35.625	36.293	37.682	38.743	42.497	40.987	39.874	39.109	40.551	44.066
Wetted Area m ²	11305.848	11272.271	11267.342	11263.922	11264.305	11248.847	11201.282	11143.54	11065.301	11000.183	11021.555
Waterpl. Area m ²	3908.249	3635.658	3502.249	3452.334	3445.896	3413.388	3344.265	3282.313	3216.836	3180.515	3085.167
Prismatic coeff. (Cp)	0.729	0.71	0.689	0.664	0.636	0.602	0.571	0.548	0.529	0.51	0.492
Block coeff. (Cb)	0.369	0.36	0.338	0.315	0.299	0.269	0.278	0.289	0.3	0.296	0.282
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	78.576	78.469	78.383	78.312	78.224	78.137	78.059	78.016	77.983	77.961	77.951
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	87.508	86.868	87.044	87.539	87.674	86.426	85.415	84.81	84.768	84.664	86.38
Max deck inclination deg	40.0563	45.068	50.0761	55.0811	60.083	65.0791	70.0691	75.0546	80.0377	85.0193	90
Trim angle (+ve by stern) deg	3.0372	3.9458	5.0093	6.3376	8.0811	10.3452	13.4205	18.0882	26.5082	45.248	90

Tabel Kriteria IMO Kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Port*

Kriteria Stabilitas Kondisi Full Load dengan beban angkut pada posisi Port					
Code	Criteria	Value	Unit	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	0	deg	0	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	angle of vanishing stability	90	deg		
	shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	78.257	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	0	deg	0	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	90	deg		
	shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	128.8403	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass
	from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	40	deg	40	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	90	deg		
	shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	50.583	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater				Pass
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	30	deg	30	
	to the lesser of				
	spec. heel angle	90	deg	90	
	angle of max. GZ	29.5	deg		
	shall not be less than (\geq)	0.2	m	5.202	Pass
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	30	

Kriteria IMO Kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Port* (lanjutan)

Kriteria Stabilitas Kondisi Full Load dengan beban angkut pada posisi Port					
Code	Criteria	Value	Unit	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ				Pass
	shall not be less than (\geq)	25	deg	29.5	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt				Pass
	spec. heel angle	0	deg		
	shall not be less than (\geq)	0.15	m	16.543	Pass
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium				Pass
	Turn arm: $a \cdot v^2 / (R \cdot g) \cdot h \cdot \cos^n(\phi)$				
	constant: a =	0.9996			
	vessel speed: v =	0	kn		
	turn radius, R, as percentage of Lwl	510	%		
	h = KG - mean draft / 2	6.204	m		
	cosine power: n =	0			
	shall not be greater than (\leq)	10	deg	4.9	Pass
	Intermediate values				
	Heel arm amplitude		m	0	
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.2.2: Severe wind and rolling				Pass
	Wind arm: $a \cdot v^2 \cdot A \cdot (h - H) / (g \cdot \text{disp.}) \cdot \cos^n(\phi)$				
	constant: a (0.5 $\rho_{\text{air}} C_d$) =	0.0009997	tonne/m ³		
	wind velocity: v =	25.192	kn		
	area centroid height (from zero point): h =	24	m		
	additional area: A =	4876.11	m ²		
	H = vert. centre of projected lat. u'water area	4.701	m		
	cosine power: n =	0			
	gust ratio	1.5			
	Area2 integrated to the lesser of				
	roll back angle from equilibrium (with steady heel arm)	25.0 (-19.9)	deg	-19.9	
	Area 1 upper integration range, to the lesser of:				
	spec. heel angle	50	deg	50	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability (with gust heel arm)	90	deg		
	Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of:				
	angle of max. GZ	29.5	deg	29.5	
	Select required angle for angle of steady heel ratio:	DeckEdgeImmersionAngle			

Kriteria IMO Kondisi *Full Load* dengan beban angkut pada posisi *Port* (lanjutan)

Kriteria Stabilitas Kondisi Full Load dengan beban angkut pada posisi Port					
Code	Criteria	Value	Unit	Actual	Status
	Criteria:				Pass
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16	deg	5.1	Pass
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq)	80	%	59.46	Pass
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100	%	195.94	Pass
	Intermediate values				
	Model windage area		m ²	2101.684	
	Model windage area centroid height (from zero point)		m	28.526	
	Total windage area		m ²	6977.794	
	Total windage area centroid height (from zero point)		m	25.363	
	Heel arm amplitude		m	0.041	
	Equilibrium angle with steady heel arm		deg	5.1	
	Equilibrium angle with gust heel arm		deg	5.2	
	Deck edge immersion angle		deg	8.6	
	Area1 (under GZ), from 5.2 to 50.0 deg.		m.deg	176.7014	
	Area1 (under HA), from 5.2 to 50.0 deg.		m.deg	2.7735	
	Area1, from 5.2 to 50.0 deg.		m.deg	173.9279	
	Area2 (under GZ), from -19.9 to 5.2 deg.		m.deg	-87.2167	
	Area2 (under HA), from -19.9 to 5.2 deg.		m.deg	1.5506	
	Area2, from -19.9 to 5.2 deg.		m.deg	88.7673	
4.5 Offshore supply vessel	4.5.6.2.4: Angle of maximum GZ				Pass
	limited by first GZ peak angle	29.5	deg	29.5	
	shall not be less than (\geq)	15	deg	29.5	Pass

BIODATA PENULIS

BIODATA PENULIS



Maria La Pasaribu Gorat, lahir di kota Jakarta pada tanggal 11 Desember 1994. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SD Charitas Jakarta, SMP Pangudi Luhur Jakarta, dan SMAN 1 Jakarta. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan Strata 1 di Jurusan Teknik Kelautan melalui jalur SBMPTN dan terdaftar dengan NRP. 4313 100 113. Penulis pernah menjalani kerja praktek di PT. Global Maritime Indonesia selama 2 bulan. Penulis aktif dalam kegiatan ORMAWA dan pelatihan yang diselenggarakan oleh jurusan, fakultas, maupun institut. Buku Tugas Akhir yang berjudul “Analisa Stabilitas *Crane Barge* saat Operasi *Heavy Lifting*” telah diselesaikan penulis dalam 1 semester sebagai syarat akhir kelulusan. Permasalahan yang diangkat oleh penulis mendasar kepada salah satu bidang keahlian di Jurusan Teknik Kelautan.

Email : goratmariala@gmail.com